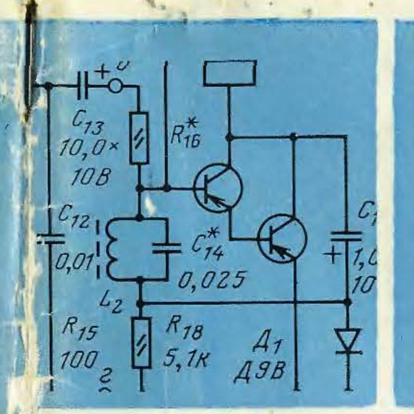
30 к.

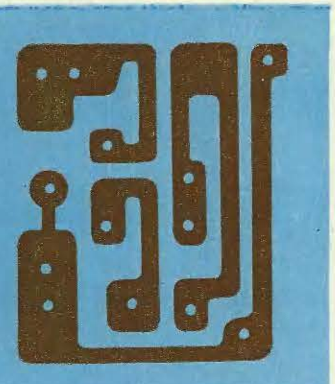
"РАДИО И СВЯЗЬ"

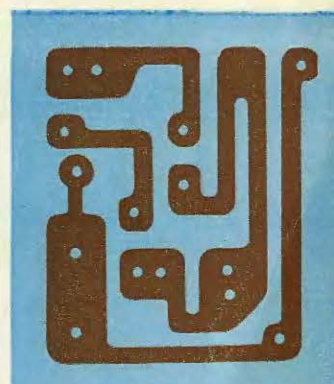


Н.А.ДРОБНИЦА

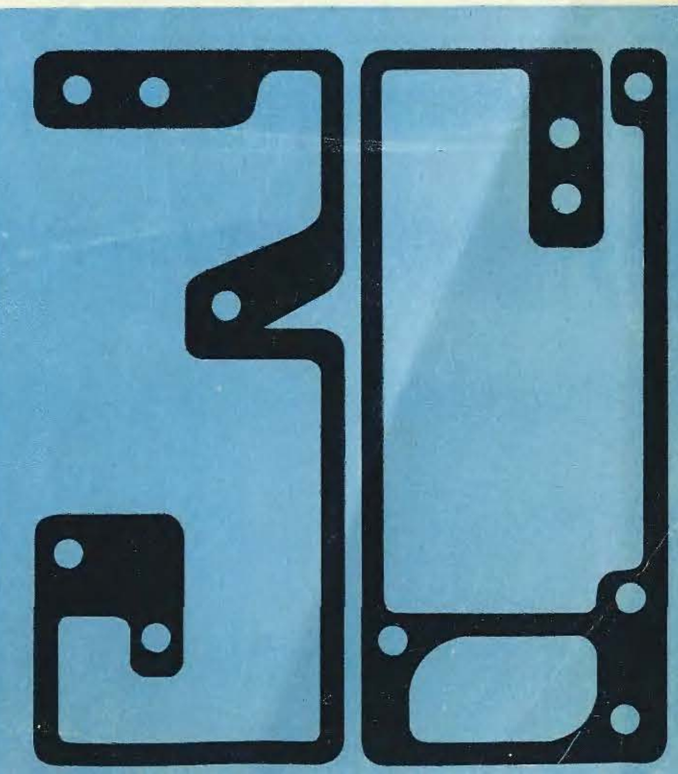
30 СХЕМ РАДИО-ЛЮБИТЕЛЬСКИХ УСТРОЙСТВ











МАССОВАЯ
РАДИО
БИБЛИОТЕКА

Основана в 1947 году

Выпуск 1049

Н. А. ДРОБНИЦА

30 СХЕМ РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКИХ УСТРОЙСТВ

МОСКВА «РАДИО И СВЯЗЬ» 1982

ББК 32.84
Д75
УДК 621.396.6

Дробница Н. А.

Д75 30 схем радиолюбительских устройств. — М.: Радио и связь, 1982. — 48 с., ил. — (Массовая радиобиблиотека; Вып. 1049).
30 к.

Приведены принципиальные схемы и описания низкочастотных радиолюбительских устройств различного назначения, разработанных и испытанных автором. Изложены рекомендации по налаживанию и возможных заменах элементов описанных устройств.
Для широкого круга радиолюбителей.

Д $\frac{2402020000-016}{046(01)-82}$ 189-82

ББК 32.84
6Ф2.9

РЕЦЕНЗЕНТ Э. П. БОРНОВОЛОКОВ

Редакция научно-популярной литературы и массовой радиобиблиотеки

Николай Андреевич Дробница

30 схем радиолюбительских устройств

Редактор В. С. Темкин
Редактор издательства Н. В. Ефимова
Обложка художника В. Д. Козлова
Технический редактор Л. К. Грачева
Корректор Л. В. Алексеева

ИБ № 229

Сдано в набор 27.07.81 г. Подписано в печать 19.10. 81 г.
Т-25485 Формат 60×90/16 Бумага тип. № 3 Гарнитура литературная Печать высокая
Усл. печ. л. 3,0 Усл. кр.-отт. 3,375 Уч.-изд. л. 4,31 Тираж 100 000 экз. Изд. № 19446
Зак. № 100 Цена 30 к.
Издательство «Радио и связь». 101000 Москва, Главпочтамт, а/я 693

Типография издательства «Радио и связь» Госкомиздата СССР
101000 Москва, ул. Кирова, д. 40
Отпечатано в типографии № 10 Союзполиграфпрома. Шлюзовая наб., 10. Зак. 23

ПРЕДИСЛОВИЕ

В последние десятилетия радиоэлектроника получила широкое распространение во всех сферах деятельности человека. Изучение электроники позволяет самостоятельно производить квалифицированное обслуживание и ремонт бытовой электронной аппаратуры, а также усовершенствовать отдельные ее узлы. Для разработки новых устройств необходимо в совершенстве знать теоретические основы радиоэлектроники, элементную базу и иметь достаточный опыт в области конструирования. Даже при этом разработка и налаживание нового устройства занимают много времени. Поэтому при конструировании электронных устройств целесообразно использовать разработанные и испытанные узлы и устройства с внесением в них элементов индивидуального творчества.

Устройства, приведенные в этой книге, разработаны, испытаны и использованы автором в радиолюбительской практике на основе элементной базы широкого применения, имеющейся в торговой сети. Для каждого устройства приведена возможная замена элементов, а также описаны характерные особенности налаживания. Описанные устройства схемно просты и доступны для повторения радиолюбителям средней квалификации.

Отзывы и пожелания просьба направлять по адресу: 101000, Москва, Главный почтамт, а/я 693, издательство «Радио и связь», Массовая радиобиблиотека.

Автор

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

ВОЛЬТМЕТРЫ-ИНДИКАТОРЫ

Вольтметры, погрешность которых превышает 4%, относятся к группе индикаторов. Вольтметры-индикаторы можно изготовить без применения дорогостоящих электроизмерительных приборов, используя светоизлучающие элементы — неоновые лампы, светодиоды, люминесцентные индикаторы, жидкие кристаллы.

Использование высокоомных вольтметров-индикаторов допускается при ремонте большинства радиоаппаратов, так как разброс режимов по напряжению до 10% в большинстве случаев не ухудшает технических характеристик устройства.

Для отыскания неисправностей в ламповой аппаратуре можно собрать вольтметр-индикатор на неоновой лампе (рис. 1,*а*), позволяющий измерять напряжения постоянного и переменного тока в пределах 60—300 В с погрешностью не более 10%. Входное сопротивление вольтметра — около 500 кОм.

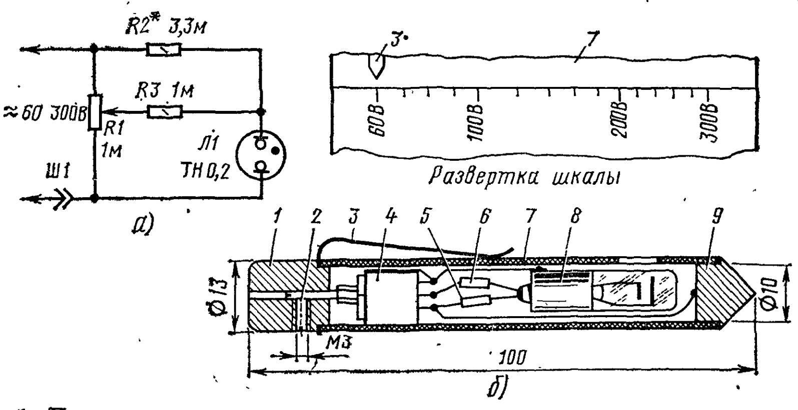


Рис. 1. Принципиальная схема вольтметра-индикатора на неоновой лампе (*а*) и его конструкция (*б*)

Корпус прибора (рис. 1,*б*) состоит из изоляционной трубки *7*, в нижний торец которой вставлен латунный измерительный наконечник *9*, в верхний — латунный колпачок *1*, жестко соединенный с зажимом *3*. Переменный резистор *4* закреплен в корпусе с помощью эпоксидного компаунда. К выводам резистора *4* припаяны резисторы *5* и *6*. Ось резистора *4* жестко соединена с колпачком с помощью винта *2*. Против стеклянного баллона лампы *8* в корпусе вырезано отверстие. Шкала индикатора (рис. 1,*б*) расположена таким образом, что конец зажима служит указателем напряжения. Градуировку шкалы производят с помощью вольтметра, класс точности которого должен быть не хуже 1,5. Можно отградуировать и нанести две шкалы — на постоянное и переменное напряжение.

В индикаторе использованы переменный резистор типа СПО-0,15 и пос-

тоянные резисторы типа ОМЛТ-0,25. Резистор *R2* служит для «растяжки» конца измерительной шкалы, резистор *R3* ограничивает ток через неоновую лампу, выполняющую роль индикатора. Сопротивление резистора *R2* следует подобрать таким образом, чтобы при входном напряжении 300 В лампа *Л1* гасла, когда зажим устанавливают на деление шкалы 300 В.

Для обнаружения напряжения необходимо установить зажим индикатора на деление шкалы 60 В и прикоснуться измерительным наконечником к проводу, на который подано напряжение. Зажим или колпачок индикатора должен прикасаться к руке. В режиме измерения напряжения в отверстие колпачка вставляют наконечник с проводом, второй конец которого соединяют с общей точкой источника питания. Для измерения напряжения необходимо повернуть колпачок индикатора с деления 60 В до положения, при котором неоновая лампа погаснет. Измеряемое значение напряжения будет находиться напротив зажима.

Для измерения напряжения на логических интегральных микросхемах, питающихся от источника с напряжением +5 В, можно использовать вольтметр-индикатор, схема которого показана на рис. 2,*а*. Индикация напряжения осуществляется шестью светодиодами в пределах 1,2—4,2 В через каждые 0,6 В. Входное сопротивление индикатора — около 100 кОм, напряжение питания +5 В, ток потребления при излучающих светодиодах — около 60 мА.

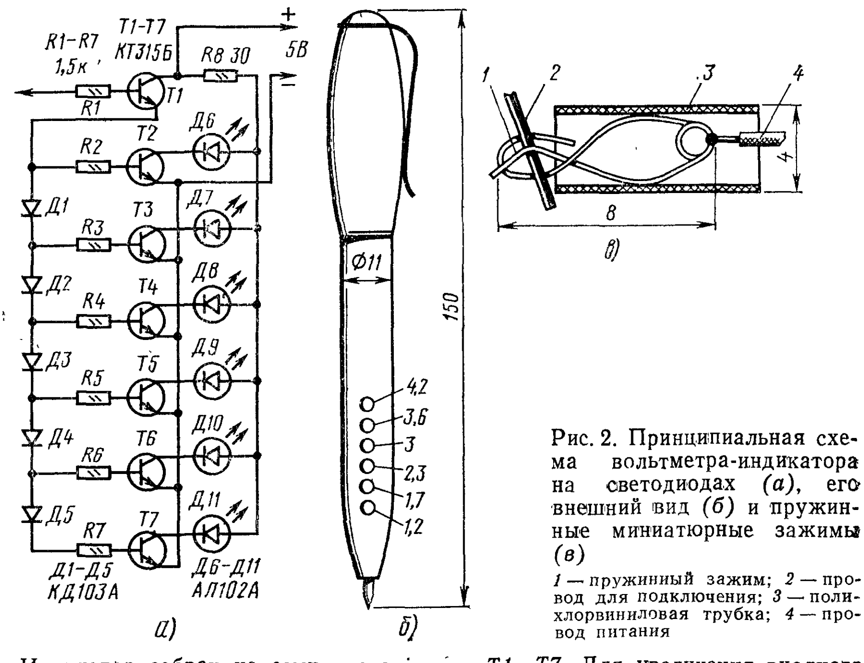


Рис. 2. Принципиальная схема вольтметра-индикатора на светодиодах (*а*), его внешний вид (*б*) и пружинные миниатюрные зажимы (*в*)

1 — пружинный зажим; *2* — провод для подключения; *3* — полихлорвиниловая трубка; *4* — провод питания

Индикатор собран на семи транзисторах *Т1—Т7*. Для увеличения входного сопротивления индикатора предназначен транзистор *Т1*, работающий в режиме эмиттерного повторителя. Транзисторы *Т2—Т7* являются пороговыми усилителями, нагрузкой которых служат светодиоды *Д6—Д11*. Пороговое напряжение задается прямым падением напряжения на диодах *Д1—Д5* и переходах база—эмиттер транзисторов *Т2—Т7*. Резистор *R1* предотвращает пробой перехода база—коллектор транзистора *Т1* при случайном поступлении на его вход напряжения, превышающего напряжение питания индикатора. Резисторы *R2—R7* ограничивают базовые, резистор *R8* — коллекторные токи транзисторов *Т2—Т7*.

Для индикатора можно использовать транзисторы КТ315 с коэффициентом передачи по току $h_{21Э}=50 \div 60$, диоды КД102, КД103.

Вольтметр-индикатор собран в пластмассовом корпусе авторучки (рис. 2,*б*), внутренняя часть которой удалена, и на ее место установлена монтажная плата, вырезанная из стеклотекстолита толщиной 1 мм. В нижней части платы помещен контакт из спиральной пружины, касающейся измерительной иглы, закрепленной с помощью эпоксидного компаунда в торце корпуса. Выше пружинного контакта на плате установлены шесть светодиодов, а затем остальные элементы индикатора. Верхняя часть монтажной платы заканчивается штырем из винта М3 длиной 25 мм, на который в нерабочем положении индикатора наматывают провода марки МГТФ-0,12 для подключения питания. Для удобства подключения индикатора к проводам питания припаяны пружинные миниатюрные зажимы (рис. 2,*в*).

Соединение элементов выполнено проводом ПЭЛШО-0,12. После проверки работоспособности индикатора монтажную плату со стороны выводов элементов следует залить эпоксидным компаундом. В корпусе напротив светодиодов просверлены отверстия диаметром 2,5 мм, возле которых выгравированы цифры, соответствующие значениям напряжения свечения светодиодов.

При налаживании индикатора необходимо подобрать светодиоды с одинаковой яркостью свечения.

ПРОБНИК ДЛЯ ЛОГИЧЕСКИХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ

При работе с логическими интегральными микросхемами удобно пользоваться пробником, схема которого изображена на рис. 3. С его помощью можно определить логическое состояние микросхемы, переход из состояния логического 0 в 1 и наоборот, наличие серии периодических импульсов, а также фиксировать одиночные импульсы малой длительности, которые невозможно наблюдать на электронно-лучевой трубке обычного осциллографа из-за слабого свечения люминофора.

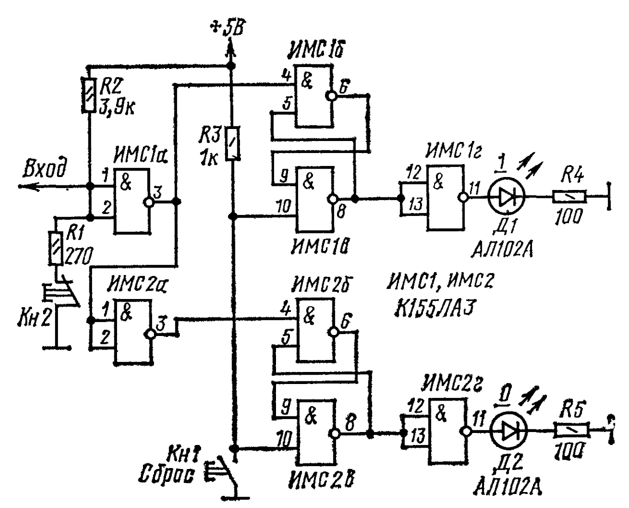


Рис. 3. Принципиальная схема пробника для логических интегральных микросхем

Пробник собран на двух четырехэлементных двухвходовых интегральных микросхемах типа К155ЛА3 и содержит: два входных инвертора на элементах *ИМС*1а, *ИМС*2а, два *RS*-триггера на элементах *ИМС*1б, *ИМС*1в и *ИМС*2б, *ИМС*2в, два элемента для индикации *ИМС*1г, *ИМС*2г, нагрузкой которых служат светодиоды *Д1* и *Д2*. Триггер на элементах *ИМС*1б, *ИМС*1в фиксирует наличие на входе пробника уровня логической 1, триггер на элементах *ИМС*2б, *ИМС*2в — наличие на входе пробника уровня логического 0.

После подключения пробника к источнику питания при неподключенном входе на выходе элемента *ИМС*1а устанавливается высокий уровень напряжения (логическая 1), на выходе элемента *ИМС*2а — низкий уровень (логический 0). Логический 0 устанавливает по входу *4* триггер на элементах *ИМС*2б, *ИМС*2в в состояние, при котором его выходной сигнал соответствует логическому 0. При этом на выходе элемента *ИМС*2г высокий уровень и светодиод *Д2* светится. Состояние триггера на элементах *ИМС*1б, *ИМС*1в не определено, так как на его вход *4* поступает логическая 1. Светодиод *Д1* может быть или засвечен, или погашен. При нажатии на кнопку *Кн1 Сброс* на выходах *8* триггеров устанавливается логическая 1, на выходах элементов *ИМС*1г и *ИМС*2г — низкий уровень и оба светодиода гаснут. После отпускания кнопки триггер на элементах *ИМС*2б, *ИМС*2в низким уровнем по входу *4* устанавливается в обратное состояние и светодиод *Д2* вновь светится. Триггер на элементах *ИМС*1б, *ИМС*1в остается в сброшенном состоянии, светодиод *Д1* погашен. Если на вход пробника подать низкий уровень сигнала, состояние элементов не изменяется. Светящийся светодиод *Д2* показывает наличие на входе логического 0.

При поступлении на вход пробника логической 1 изменяет свое состояние триггер на элементах *ИМС*1б, *ИМС*1в и засвечивается светодиод *Д1*. Состояние триггера на элементах *ИМС*2б, *ИМС*2в не изменяется, поскольку на его вход поступает логическая 1. В это время светятся оба светодиода. После нажатия на кнопку *Сброс* триггер на элементах *ИМС*2б, *ИМС*2в остается сброшенным и светодиод *Д2* гаснет. Триггер на элементах *ИМС*1б, *ИМС*1в устанавливается в свое прежнее состояние, и светодиод *Д1* светится. Если на вход пробника поступает одиночный импульс логического 0 или 1, то после его прохождения светятся оба светодиода. После нажатия на кнопку *Сброс* светится только тот светодиод, который светился до поступления импульса. При поступлении на вход устройства серии периодических импульсов будут светиться оба светодиода. Если в это время нажать на кнопку *Сброс*, оба светодиода погаснут, при отпускании кнопки — опять засветятся. Обрыв измеряемой цепи определяют изменением состояния пробника с логического 0 в 1 при нажатии на кнопку *Кн2*.

При работе с пробником определение входного сигнала сводится к следующему. Логический уровень входного сигнала определяется после сброса триггеров пробника кнопкой *Кн1*. При изменении уровня входного сигнала с 0 на 1 или наоборот засветятся оба светодиода. Если после сброса триггеров устройства светится только светодиод, горевший до изменения логического состояния входа, — на вход поступал один или несколько импульсов, если светится только другой светодиод, — изменилось логическое состояние входного сигнала.

Пробник можно собрать также на интегральных микросхемах типа К131ЛА3. Для удобства анализа входного сигнала желательно установить в пробнике светодиод *Д1* красного, а светодиод *Д2* зеленого свечения. Для пробника можно использовать пластмассовый корпус прямоугольной или цилиндрической формы.

ПРИСТАВКА К ТЕСТЕРУ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИМПУЛЬСНЫХ СИГНАЛОВ

При отсутствии осциллографа параметры импульсных периодических сигналов можно измерить тестером с помощью приставки. Приставка позволяет измерить частоту следования сигналов любой формы в пределах 10 Гц — 300 кГц, длительностью от 2 мкс до 10 мс, амплитудой 1—50 В, а также определить примерную форму сигнала, значение постоянной составляющей, полярность импульсов. Приставка питается от гальванической батареи напряжением 4,5 В. Ток потребления при различных режимах работы не превышает 10 мА.

Принципиальная схема приставки изображена на рис. 4. Устройство состоит из входного делителя напряжения, диодного ограничителя, согласующего усилителя, несимметричного триггера, ждущего мультивибратора и транзистора для регулирования напряжения питания.

Входной делитель собран на резисторах *R1—R4*. Резистор *R1* ограничи

вает ток через диоды *Д1—Д5*. Резистор *R3* предназначен для уменьшения нелинейности шкалы напряжения переменного резистора *R2*. Диодный ограничитель собран на диодах *Д1—Д5*. Диод *Д1* пропускает входной сигнал отрицательной полярности на общий провод устройства и тем самым защищает полевой транзистор *Т1* от пробоя. Диоды *Д2—Д5* ограничивают положительное напряжение на затворе полевого транзистора *Т1*.

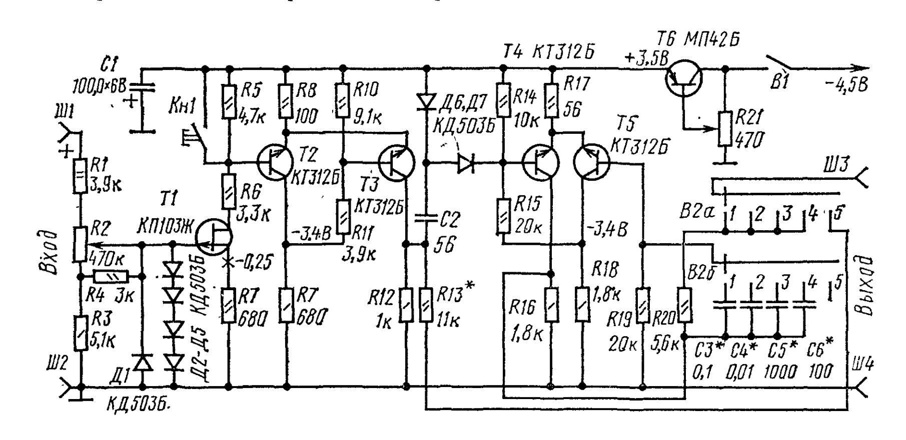


Рис. 4. Принципиальная схема приставки к тестеру для измерения параметров импульсов

Для увеличения входного сопротивления приставки служит согласующий усилитель на полевом транзисторе *Т1*, который управляет работой несимметричного триггера на транзисторах *Т2* и *Т3*. При отсутствии сигнала на входе приставки транзисторы *Т1* и *Т2* открыты, транзистор *Т3* закрыт. В этом случае сигнал на ждущий мультивибратор на транзисторах *Т4* и *Т5* не поступает и он находится в исходном состоянии — транзистор *Т5* открыт, *Т4* закрыт. Если на вход приставки поступит положительное напряжение, транзистор *Т1* закроется. Это приводит к переключению несимметричного триггера в состояние, на котором транзистор *Т2* закрыт, *Т3* открыт. При уменьшении входного напряжения транзистор *Т1* открывается, а несимметричный триггер возвращается в исходное состояние и коротким положительным импульсом, образованным от заднего фронта, запускает ждущий мультивибратор. Длительность импульса ждущего мультивибратора определяется положением переключателя *В2* и зависит от емкости одного из подключенных конденсаторов *С3—С6*. Регулятор напряжения на транзисторе *Т6* позволяет перед измерением устанавливать резистором *R21* напряжение питания узлов устройства +3,5 В, исключая погрешность от нестабильности напряжения батареи.

Для приставки пригодны высокочастотные кремниевые транзисторы с коэффициентом передачи по току $h_{21э}$ =50—100, например КТ315Б, КТ306В. Транзисторы для несимметричного триггера и ждущего мультивибратора следует подобрать попарно с примерно одинаковыми параметрами. Диоды кремниевые высокочастотные, у которых емкость не более 2,5 пФ и допустимый прямой ток — не менее 20 мА. Конденсаторы *С3—С6* необходимо установить с малым ТКЕ. Приставку используют с тестером, имеющим шкалу тока 0,3 мА, например Ц4312. Если тестер имеет шкалу тока меньше 0,3 мА, необходимо подобрать сопротивление резисторов *R13* и *R20*.

Для налаживания приставки необходим генератор, позволяющий плавно регулировать выходной сигнал по частоте в пределах 10 Гц — 300 кГц, и источник постоянного тока с регулируемым выходным напряжением 0,5—50 В. Налаживание приставки начинают с установки переменным резистором *R21* напряжения +3,5 В на эмиттере транзистора *Т6*. Затем проверяют режимы транзисторов по постоянному току. Они не должны отличаться более чем на

10% от указанных на схеме. После этого переключатель *В2* устанавливают в положение *5*, нажимают кнопку *Кн1* и подбирают резистор *R13* таким образом, чтобы стрелка измерительного прибора, подключенного к выходу, отклонилась на последнее деление шкалы. Затем градуируют шкалу напряжения движка переменного резистора *R2*, подавая на вход напряжение от источника постоянного тока. Устанавливая напряжение на источнике 1; 2,5; 5; 10; 20; 30; 40; 50 В и перемещая с нижнего (по схеме) положения движок переменного резистора *R2*, отмечают на его шкале положения, при которых стрелка измерительного прибора уходит от нуля к последней отметке шкалы. После этого производят калибровку измерительного прибора по частоте входного сигнала. Переключатель *В2* устанавливают в положение *1*, и на вход приставки подают сигнал с частотой 300 Гц. Подбором конденсатора *С3* добиваются отклонения стрелки измерительного прибора на последнее деление шкалы. Аналогичным способом калибруют частотомер в положениях *2—4* переключателя *В2*, подавая соответственно входной сигнал частотой 3, 30 и 300 кГц.

Измерение импульсных сигналов начинают с установки номинального напряжения питания приставки переменным резистором *R21*. Для этого, подключив измерительный прибор к выходу, нажимают кнопку *Кн1* и ручкой переменного резистора *R21* устанавливают стрелку измерительного прибора на последнее деление шкалы. Частоту входного сигнала отсчитывают по шкале измерительного прибора в одном из положений *1—4* переключателя *В2*. Амплитудное значение входного сигнала и его длительность определяют в положении *5* переключателя *В2*. Амплитуду отсчитывают по шкале переменного резистора *R2* при перемещении его движка с нижнего (по схеме) положения до положения, при котором стрелка измерительного прибора отклоняется от нуля. Относительную длительность сигнала определяют в положении *5* переключателя *В2*, принимая последнее показание шкалы за длительность, равную 1. Длительность сигнала (в миллисекундах) получают как частное от деления относительной длительности на частоту (в килогерцах) входного сигнала.

Определить примерную форму сигнала можно измерением относительной длительности на различных уровнях измерения амплитуды. Например, если при вращении ручки потенциометра *R2* длительность сигнала не изменяется, то сигнал имеет прямоугольную форму. Если длительность сигнала при увеличении уровня измерения уменьшается равномерно — сигнал либо пилообразный, либо треугольной формы. При синусоидальном сигнале с повышением амплитуды измерения его длительность уменьшается неравномерно. Постоянную составляющую входного сигнала определяют также измерением длительности на разных уровнях амплитуды сигнала. Амплитуду постоянной составляющей считывают со шкалы потенциометра *R2* в таком положении его ручки, при котором относительная длительность сигнала равна 1. При отрицательном входном сигнале стрелка измерительного прибора устанавливается на нулевую метку.

ИНДИКАТОР УРОВНЯ ЗАПИСИ НА СВЕТОДИОДАХ

Стрелочные индикаторы уровня записи в магнитофонах имеют большую инерционность. Поэтому они не реагируют на сигналы, имеющие малую длительность, даже при большой их амплитуде, что снижает качество записи. Кроме того, стрелочные индикаторы имеют невысокую надежность из-за подвижных механических деталей. Указанных недостатков лишен электронный индикатор уровня записи на светодиодах, схема которого показана на рис. 5. Устройство питается от источника постоянного напряжения 9 В, средний ток потребления 30 мА. Вход индикатора подключают к линейному выходу магнитофона. Для засветки всех светодиодов на вход индикатора необходимо подавать сигнал звуковой частоты амплитудой не менее 25 мВ.

Устройство состоит из трехкаскадного УНЧ, собранного на транзисторах *Т1—Т3*, и шести пороговых усилителей на транзисторах *Т4—Т9*, в цепи нагрузок которых включены светодиоды *Д6—Д11*. Роль пороговых элементов выполняют прямые переходы диодов *Д1—Д5* и переходы база—эмиттер транзисторов *Т4—Т9*. Резисторы *R5—R16* установлены для ограничения тока в базовых и коллекторных цепях транзисторов *Т4—Т9*. Последний каскад порого-

вых усилителей с помощью конденсатора *С2* осуществляет задержку индикации после окончания сигнала. Это дает возможность индицировать кратковременные одиночные сигналы аналогично пиковому индикатору.

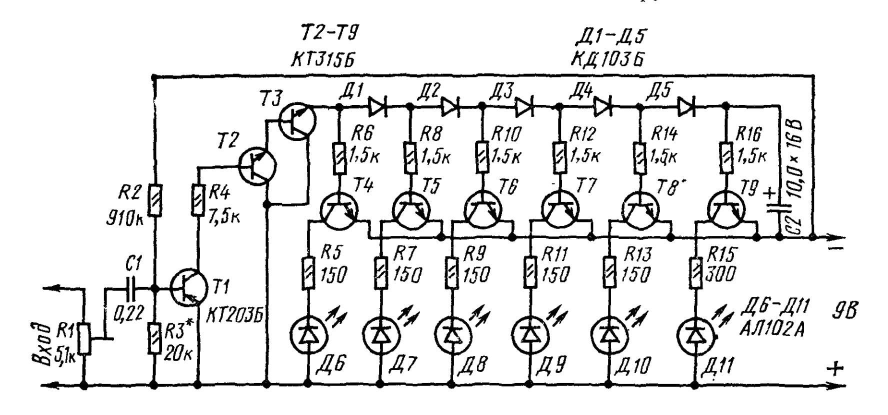


Рис. 5. Принципиальная схема индикатора уровня записи на светодиодах

Устройство можно собрать на любых маломощных кремниевых транзисторах соответствующей структуры с коэффициентом передачи по току $h_{21Э} < 50$. Диоды кремниевые маломощные любого типа. Светодиоды красного свечения на рабочий ток 5—10 мА.

При налаживании индикатора необходимо подобрать резистор *R3* таким образом, чтобы без подачи входного сигнала светодиод *Д6* был на границе засветки, но еще не светился. После этого резистором *R1* устанавливают нужную чувствительность индикатора.

ИНДИКАТОР СТЕРЕОБАЛАНСА НА СВЕТОДИОДАХ

В стереофонических усилителях для сравнения уровня сигнала одного канала по отношению к другому можно использовать индикатор стереобаланса на светодиодах, схема которого показана на рис. 6. Индикатор позволяет сравнивать усредненные значения уровней двух сигналов низкой частоты с амплитудой от 0,4 до 10 В. Равенство входных сигналов индикатора определяют по одновременному свечению двух светодиодов. При разных уровнях входных

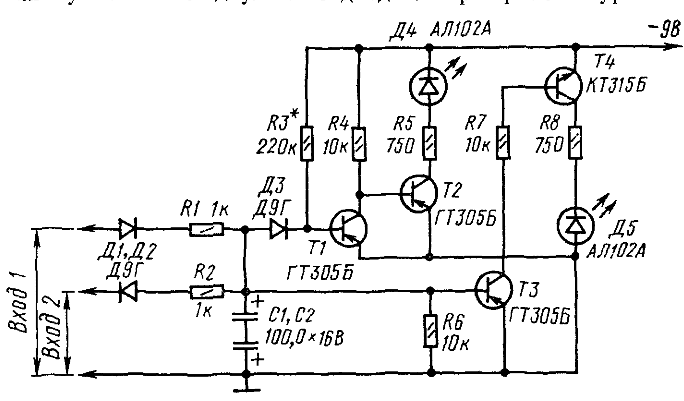


Рис. 6. Принципиальная схема индикатора стереобаланса на светодиодах

сигналов светится только тот светодиод, который соответствует каналу с бо́льшим выходным сигналом. Индикатор питается от источника постоянного тока напряжением 9 В и потребляет ток не более 20 мА.

Устройство состоит из узла сравнения на диодах *Д1*, *Д2*, резисторах *R1*, *R2*, конденсаторах *С1*, *С2* и двух усилителей постоянного тока на транзисторах *Т1*, *Т2* и *Т3*, *Т4*, причем усилители имеют противоположные реакции на полярность входного напряжения. В коллекторные цепи выходных транзисторов усилителей включены светодиоды *Д4* и *Д5*. Входы индикатора подключены к выходам усилителей стереоканалов. Через вход *1* проходит только положительная часть сигнала, через вход *2* — отрицательная. При равенстве входных сигналов напряжение на конденсаторах *С1*, *С2* равно нулю, транзисторы *Т1* и *Т3* приоткрыты, светодиоды *Д4* и *Д5* светятся. При увеличении амплитуды сигнала на входе *1* напряжение на конденсаторах *С1*, *С2* становится положительным. Транзистор *Т1* закрывается, а *Т2* полностью открывается, светодиод *Д4* продолжает светиться. Транзисторы *Т3* и *Т4* закрываются, и светодиод *Д5* гаснет. Если на вход *2* поступит сигнал, больший, чем на вход *1*, напряжение на конденсаторах *С1*, *С2* станет отрицательным. Транзисторы *Т3* и *Т4* откроются, и засветится светодиод *Д5*. Транзистор *Т1* откроется, что приведет к закрыванию транзистора *Т2* и погасанию светодиода *Д4*.

Установкой кремниевого диода *Д3*, например КД503А, и подбором резистора *R3* индикатор можно настроить таким образом, что при отсутствии входных сигналов оба светодиода будут погашены.

В индикаторе можно использовать германиевые слаботочные диоды с допустимым прямым током не менее 10 мА и обратным напряжением не менее 20 В. Транзисторы *Т1*—*Т3* — германиевые малой мощности, допускающие ток коллектора 20 мА. Обратный ток $I_{КБО}$ транзисторов не должен превышать 3 мкА. Коэффициент передачи по току транзисторов $h_{21Э} \approx 50$. Светодиоды рассчитаны на рабочий ток 5—10 мА, конденсаторы *С1*, *С2* — с большой проводимостью при обратном напряжении, например К52-1, К52-3.

При налаживании индикатора необходимо подобрать сопротивление резистора *R3* таким образом, чтобы при одинаковых уровнях сигналов на входах оба светодиода светились, а изменение амплитуды любого из входных сигналов более чем на 0,1 В приводило к погасанию соответствующего светодиода.

ПРИБОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ НАМОТКИ ОБМОТОК

Для правильного подключения трансформаторов и двигателей переменного тока при отсутствии маркировки выводов необходимо знать направление намотки (начало и конец) обмоток. Определить направление намотки обмоток можно с помощью простого прибора, схема которого приведена на рис. 7,*а*. Прибор содержит переключатели *В1*—*В3*, измерительный прибор *ИП1*, диоды *Д1*—*Д3*, переменный резистор *R2*, резистор *R1* и зажимы *Ш1*—*Ш6*. Устройство работает по принципу измерения переменного тока в цепи последовательно включенных обмоток.

В однофазных трансформаторах при согласном включении (конец предыдущей обмотки соединен с началом последующей) магнитные потоки в магнитопроводе от проходящего в обмотках тока имеют одинаковое направление (рис. 7,*б*). Общий магнитный поток в магнитопроводе равен сумме потоков, создаваемых обмотками. Общее индуктивное сопротивление обмоток при согласном включении — максимальное, ток в их цепи — минимальный. При встречном включении обмоток (конец предыдущей обмотки соединен с концом последующей) магнитный поток одной обмотки направлен встречно двум другим. При этом суммарный поток в магнитопроводе равен разности этих потоков. Общее индуктивное сопротивление обмоток будет минимальное, а ток в цепи — максимальный.

В трехфазных трансформаторах и двигателях при согласном включении обмоток магнитные потоки направлены встречно (рис. 7,*в*). Общее индуктивное сопротивление последовательно включенных обмоток будет минимальное, а ток в цепи — максимальный. Если одну из обмоток включить встречно, два магнитных потока будут иметь одинаковое направление. Общее индуктивное

сопротивление обмоток увеличится, а ток в цепи обмоток уменьшится. Исходя из этого, измеряя переменный ток в цепи последовательно соединенных обмоток при различном подключении их выводов, можно определить направление намотки обмоток. Для измерения необходимо подключать обмотки, число витков у которых различается не больше чем на 80%. Направление намотки определяют по положению переключателей *В1—В3*: в однофазных трансформаторах — при минимальном отклонении стрелки измерительного прибора, в трехфазных трансформаторах и двигателях переменного тока — при максимальном показании измерительного прибора.

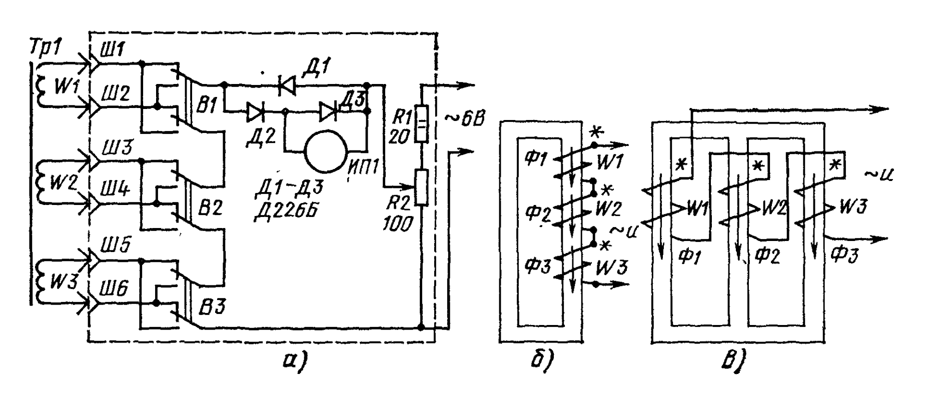


Рис. 7. Принципиальная схема прибора для определения направления намотки обмоток *(а)*, направление магнитных потоков в магнитопроводе однофазного *(б)* и трехфазного *(в)* трансформатора

Диоды *Д1* и *Д2* установлены для прохождения в обмотках переменного тока при использовании измерительного прибора постоянного тока. Диод *Д3* защищает измерительный прибор от перегрузки при неправильном положении ручки переменного резистора *R2*. В приборе можно использовать кремниевые диоды с допустимым прямым током 300—400 мА. Измерительный прибор рассчитан на ток полного отклонения стрелки до 1 мА. При установке измерительного прибора переменного тока, например электромагнитной системы, или при использовании устройства в качестве приставки к тестеру диоды *Д1—Д3* устанавливать не требуется.

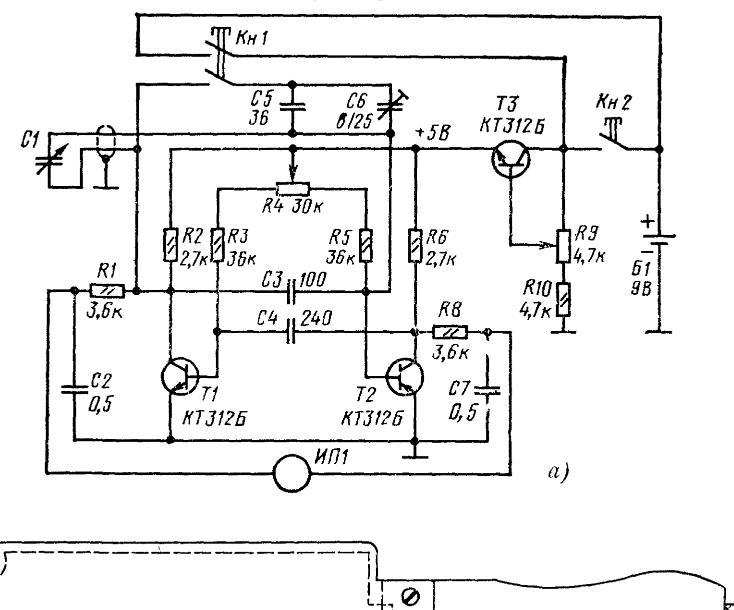
ИЗМЕРИТЕЛИ С ЕМКОСТНЫМИ ДАТЧИКАМИ

Емкость конденсатора зависит от диэлектрической проницаемости вещества, расположенного между его пластинами, а также от размеров пластин и расстояния между ними. Вследствие этого измерителем с емкостным датчиком можно замерить многие неэлектрические величины, например влажность различных материалов, уровень жидкости или ее состав. В зависимости от назначения измерительного прибора необходимо использовать различные конструкции датчиков.

Изменение емкости датчика можно определять измерением частоты задающего генератора, в котором емкость датчика служит частотно-задающим элементом, измерением тока цепи, в которую включен датчик, и т. п. Для увеличения чувствительности измерителя при небольших приращениях емкости датчика необходимо использовать генераторы на повышенные частоты, а также чувствительные измерительные приборы.

Принципиальная схема одного из вариантов измерителя с емкостным датчиком приведена на рис. 8,*а*. Устройство питается от гальванической батареи напряжением 9 В, ток потребления — около 10 мА. Погрешность при небольших колебаниях температуры не превышает 2%.

Устройство состоит из задающего генератора, собранного по схеме мультивибратора, измерительной цепи, калибратора и датчика. Мультивибратор собран на транзисторах *T1* и *T2*. Параллельно конденсатору *C3* подключен емкостный датчик *C1*. Для установки на коллекторах транзисторов *T1* и *T2* одинаковой длительности импульсов, т. е. режима, при котором стрелка измерительного прибора не отклоняется, служит резистор *R4*.



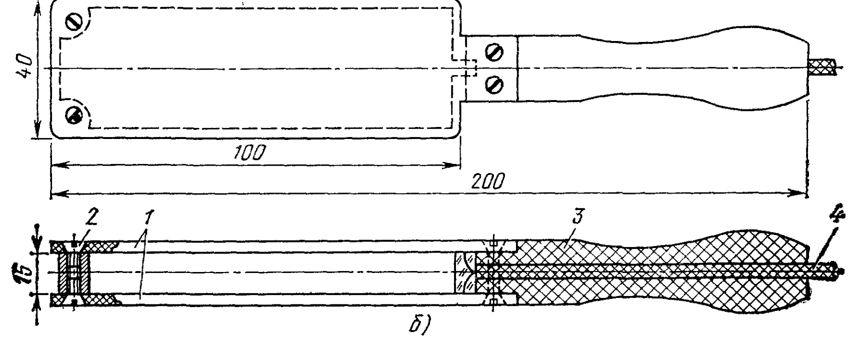


Рис. 8. Принципиальная схема измерителя с емкостным датчиком *(а)* и конструкция емкостного датчика *(б)*

Измерительная цепь содержит резисторы *R1*, *R8*, конденсаторы *C2*, *C7* измерительный прибор *ИП1*. Резисторы с подключенными к ним конденсато рами являются интегрирующими цепями, позволяющими исключить влияни внешних емкостей на показания прибора при значительном удалении его о мультивибратора.

Увеличение емкости датчика приводит к увеличению длительности импуль сов на коллекторе транзистора *T2*, что, в свою очередь, ведет к повышени напряжения на конденсаторе *C7*. В этом случае ток проходит через *ИП1* в на правлении от резистора *R8* к резистору *R1*. При уменьшении емкости датчик направление тока изменяется

Для того чтобы исключить влияние уменьшения напряжения питающе батареи при длительном ее использовании на точность измерений, установле

калибратор. Он содержит регулятор напряжения на транзисторе *Т3* и переменном резисторе *R9*, которым устанавливают стрелку измерительного прибора на последнее деление шкалы в режиме *Калибровка* (кнопка *Кн1* нажата). Транзистор *Т3* включен по схеме эмиттерного повторителя и предназначен для усиления регулируемого тока.

На рис. 8,*б* показан один из вариантов конструкции емкостного датчика для измерения влажности сыпучих материалов, например зерна, муки, сахара, почвы и других веществ. Датчик состоит из двух пластин *1*, выполненных из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 2—2,5 мм (печатный проводник удален от краев на 3 мм, а затем изолирован путем наклейки эпоксидной смолой пластины стеклотекстолита толщиной 0,3—0,5 мм), двух крепежных металлических стоек *2*, ручки *3* из изоляционного материала и двужильного экранированного провода *4* длиной около 1 м. Экран соединяют с корпусом устройства и надевают на него полихлорвиниловую трубку. Емкость между жилами провода должна быть около 150 пФ.

Размеры пластин датчика указаны для влагомера зерна. С помощью такого датчика влагомером можно измерить влажность зерна до 40%. Емкость датчика при максимальной влажности зерна увеличивается на 20—40 пФ (в зависимости от вида зерна). Если испытуемый материал датчика изменяет емкость значительно меньше, необходимо использовать датчик с увеличенными размерами пластин или применить более чувствительный измерительный прибор.

Для уменьшения погрешности измерения необходимо, чтобы плотность вещества между пластинами соответствовала плотности, при которой был отградуирован измерительный прибор. Хорошие результаты получают, если пластины датчика располагать вертикально, полностью погружая их в вещество. При таких же условиях следует проводить градуировку измерителя.

Перед градуировкой устанавливают «нуль» измерительного прибора и калибруют его по напряжению. Затем отвешивают на точных весах 2 кг измеряемого вещества с максимальной влажностью и помещают в него датчик. Нажав кнопку *Кн2*, устанавливают конденсатором *С6* стрелку измерительного прибора на последнее деление шкалы. После этого сушат вещество. В процессе сушки его взвешивают 10—15 раз и замеряют влажность в делениях шкалы. При измерении вещество необходимо охладить до температуры 20—25°С, поскольку нагрев вещества приводит к завышению показаний прибора. Конец сушки необходимо провести в сушильном шкафу с вакуумным отсосом. Сушку считают оконченной, если масса вещества более не изменяется. Зная массу вещества при нулевой влажности, определяют влажность в процентах при каждом измерении и строят график зависимости показаний прибора от влажности. Пользуясь графиком, градуируют шкалу или составляют таблицу соответствия показаний прибора влажности вещества.

Измеритель с емкостным датчиком можно собрать на маломощных высокочастотных кремниевых транзисторах, например серии КТ315, КТ312, КТ306, транзисторной сборке К125НТ1. Коэффициенты передачи по току транзисторов $h_{21Э}$ должны быть около 70. Конденсаторы берут с малым ТКЕ, например слюдяные, пленочные. Измерительный прибор на ток полного отклонения стрелки 100 мкА.

При правильном монтаже и использовании исправных элементов налаживание устройства сводится к установке необходимой чувствительности и градуировке измерительного прибора.

Для уменьшения размеров устройства, которые зависят в основном от измерительного прибора, его можно собрать по схеме, изображенной на рис. 9. В этой конструкции измерительным прибором служит миниатюрный индикатор, используемый в транзисторных магнитофонах для установки уровня записи. Ширина пластин 20—25 мм, длина 200—250 мм, расстояние между ними 15 мм. При различных влажностях вещества для получения одинаковой емкости датчика необходимо пластины погружать на различную глубину. Чем больше влажность вещества, тем на меньшую глубину необходимо погрузить пластины, чтобы стрелка индикатора установилась на одну и ту же метку шкалы. Исходя из этого на лицевой пластине датчика наносят шкалу (или несколько шкал) влажности вещества.

Контроль напряжения батареи питания осуществляют с помощью специальной метки на шкале индикатора, расположенной ближе к нулевому положению стрелки. На эту метку устанавливают стрелку индикатора с помощью переменного резистора *R8* при нажатой кнопке *Кн1* и непогруженных пластинах датчика В пустотелой ручке измерителя, которую можно сделать из фольгированного стеклотекстолита, располагают все элементы устройства.

Для измерителя пригоден индикатор на ток полного отклонения стрелки 100 мкА, транзисторы с коэффициентом передачи по току $h_{21Э} \approx 70$. Ток потребления устройства не превышает 10 мА, что позволяет использовать для питания батарею «Крона».

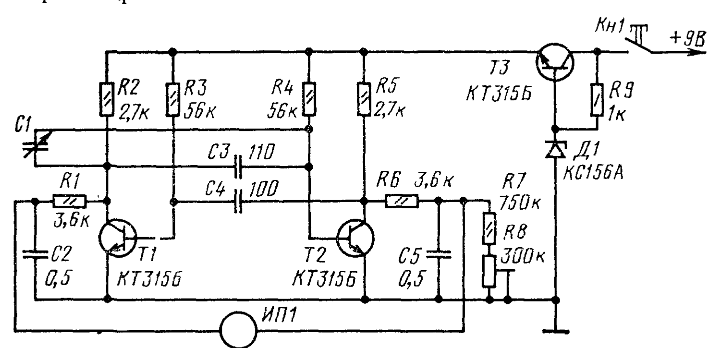


Рис. 9 Принципиальная схема малогабаритного измерителя с емкостным датчиком

Измеритель, собранный по схеме на рис 9, можно применить и для измерения уровня жидкости Размеры емкостного датчика определяются проводимостью жидкости Мультивибратор собирают на продолжении пластин датчика и герметизируют компаундом. Блок питания, измерительный прибор и резисторы *R7*, *R8* располагают на значительном расстоянии от датчика

Для повышения надежности и уменьшения размеров переносный измеритель с емкостным датчиком собирают без стрелочного индикатора, используя для индикации светодиоды Такое устройство питается от гальванической батареи «Крона» и потребляет ток не более 20 мА

Принципиальная схема измерителя с индикацией на светодиодах показана на рис. 10. Устройство состоит из емкостного датчика *С1*, задающего генератора на транзисторе *Т1* (с частотой около 10 МГц), усилителя на транзисторах *Т2* и *Т3*, узла контроля напряжения батареи на транзисторах *Т4* и *Т5* узла индикатора на транзисторах *Т6*, *Т7* и светодиодах *Д3*, *Д4*, стабилизатора напряжения на транзисторе *Т8* и стабилитроне *Д5*

В исходном состоянии при нажатой кнопке *Кн1* и непогруженных пластинах датчика при напряжении питания батареи больше 6 В транзистор *Т4* открыт, *Т5* закрыт. Положительные импульсы генератора через емкость датчика *С1* и диод *Д1* поступают на конденсатор *С4* и заряжают его. Если емкость датчика мала, транзисторы *Т2* и *Т3* закрыты При увеличении емкости датчика эти транзисторы открываются, *Т6*, *Т7* закрываются и светодиоды *Д3*, *Д4* гаснут. Если напряжение батареи питания становится меньше 6 В, закрывается транзистор *Т4*, открывается *Т5*, что также приводит к закрыванию транзисторов *Т6*, *Т7* и погасанию светодиодов Пороговыми элементами в устройстве служат переходы база—эмиттер транзисторов *Т2—Т3*. Чувствительность устройства устанавливают подстроечным резистором *R3*.

Датчик состоит из двух пластин фольгированного стеклотекстолита толщиной 2 мм, шириной 30 мм и длиной 300 мм. Для датчика используют 200 мм длины пластин, остальные 100 мм служат двумя стенками пустотелой ручки в которой установлены элементы устройства Для устранения гальванической связи между пластинами через измеряемое вещество печатный проводник уда-

лен от краев пластин датчика на 2 мм, а затем изолирован путем наклейки эпоксидным компаундом пластин тонкого стеклотекстолита. Толщина пластин не должна превышать 0,3 мм. Недостающие стенки ручки вырезаны из фольгированного стеклотекстолита и после обработки торцов припаяны к фольге лицевой пластины датчика на месте расположения ручки. Концы пластин датчика скреплены винтами с помощью латунной стойки, длина которой 15 мм, диаметр 5 мм. В стойке нарезана резьба М3. С помощью таких же четырех стоек (можно гаек М3), припаянных в углах ручки, прикреплена винтами М3 задняя пластина датчика. На пластинах нанесены шкалы измерителя (шкалы можно сделать съемными), а в ручке просверлены отверстия для установки светодиодов. Разметку шкал производят ранее описанным способом.

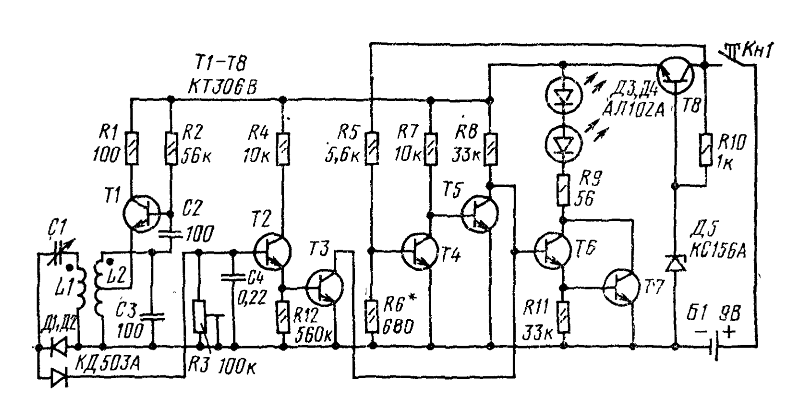


Рис. 10. Принципиальная схема измерителя с емкостным датчиком с индикацией на светодиодах

Для устройства пригодны кремниевые маломощные высокочастотные транзисторы с коэффициентом передачи по току $h_{21Э} > 60$ (серии КТ315, КТ312, КТ306) или транзисторные сборки К125НТ1, светодиоды — на рабочий ток не более 10 мА. Катушка индуктивности задающего генератора намотана проводом ПЭЛШО 0,41 на двухсекционном пластмассовом каркасе с внешним диаметром 7 мм и длиной 20 мм. Первичная обмотка содержит 30 витков с отводом посредине, вторичная обмотка — 15 витков, намотанных поверх первичной.

Налаживание устройства начинают с узла контроля напряжения. Сначала необходимо движок переменного резистора *R3* установить в верхнее (по схеме) положение, при котором транзисторы *Т2* и *Т3* будут закрыты. Измеритель подключают к источнику регулируемого постоянного напряжения, позволяющего устанавливать напряжение в пределах 5—10 В. При понижении напряжения источника питания светодиоды должны гаснуть при напряжении 6 В. Если светодиоды гаснут при другом напряжении, необходимо подобрать сопротивление резистора *R6*.

Затем проверяют работу задающего генератора с помощью осциллографа. Выходной сигнал генератора должен быть синусоидальной формы частотой 9—10 МГц и амплитудой около 2 В. После этого устанавливают пластины датчика и помещают их в измеряемый материал с минимально возможной влажностью. Подвижный контакт подстроечного резистора *R3* поворачивают до положения, при котором светодиоды начинают светиться. Затем производят разметку шкалы влажности ранее описанным способом.

Для измерения влажности необходимо нажать на кнопку *Кн1* и погрузить пластины датчика в вещество до уровня, при котором светодиоды погаснут, со шкалы считать значение влажности.

ГЕНЕРАТОРЫ

ГЕНЕРАТОР-ПРОБНИК

Генератор-пробник предназначен для проверки и налаживания трактов ПЧ и НЧ радиовещательных приемников. Технические данные: несущая частота 465±2 кГц, частота модуляции 1000 Гц±5%, глубина модуляции 0—90%, амплитуда выходного сигнала 0—200 мВ. Выходное сопротивление генератора на частоте 465 кГц — не более 50 Ом. Напряжение источника питания 1,5 В, потребляемый ток 20 мА.

Принципиальная схема генератора-пробника показана на рис. 11. Прибор состоит из задающего генератора амплитудно-модулированного сигнала на транзисторе *Т1*, эмиттерного повторителя на транзисторе *Т2*, детектора на диоде *Д1* и усилителя НЧ на транзисторе *Т3*. Амплитудно-модулированные колебания возникают благодаря использованию в задающем генераторе двух индуктивно связанных колебательных контуров: *L2C2* в коллекторной цепи и *L1C1* в базовой цепи транзистора *Т1*. Первый из них настроен на несущую частоту 465 кГц, второй — на частоту модуляции 1000 Гц. Глубину модуляции регулируют переменным резистором *R1*.

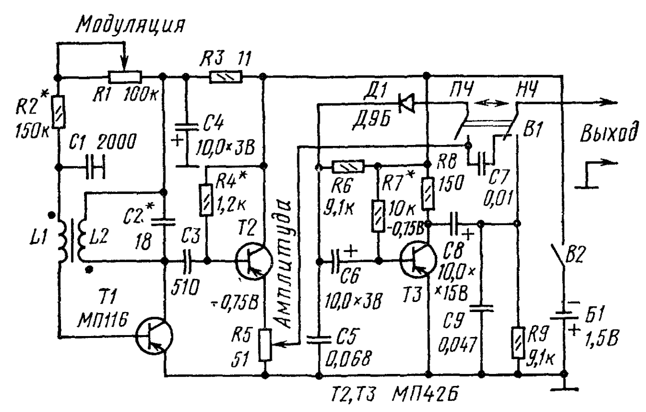


Рис. 11. Принципиальная схема генератора-пробника

Амплитудно-модулированный сигнал усиливается по току транзистором *Т2* и с его нагрузочного резистора *R5* подается на переключатель *В1*. В зависимости от положения переключателя сигнал поступает либо непосредственно на выходной щуп прибора, либо на детектор *Д1*, которым преобразуется в сигнал 1000 Гц. Продетектированный сигнал через конденсатор *С6* поступает на вход усилителя НЧ на транзисторе *Т3*, а с его выхода — через контакты переключателя *В1* на выходной щуп генератора. Таким образом, на вход усилителя ПЧ налаживаемого приемника может быть подан модулированный сигнал частотой 465 кГц, а на вход усилителя НЧ — сигнал частотой 1000 Гц. Амплитуда сигнала регулируют резисторами *R1* и *R5*.

Для прибора использованы: постоянные резисторы МЛТ-0,125, переменные резисторы СПО-0,25, конденсаторы КМ, КТ2, ЭМИ, К52-1, транзисторы с $h_{21Э}$ = =40—60, диод любой из серии Д9, переключатели типа МТ-1 (*В2*) и МТ-3 (*В1*). Катушки *L1* и *L2* намотаны на тороидальном сердечнике размером 20×15×5 мм из пермаллоя марки 50 НХС и имеют соответственно 300 - 150 витков провода ПЭЛШО 0,12. Сначала на половине сердечника наматывают катушку *L1*, а затем на второй половине — 90 витков катушки *L2*. Остальные витки катушки *L2* наматывают поверх катушки *L1*.

Хорошо наладить генератор-пробник можно с помощью осциллографа имеющего чувствительность тракта вертикального отклонения луча не мене

0,2 мм/мВ, частотомера и вольтметра постоянного тока. Отключив конденсатор *C3* от базы транзистора *T2*, подбором сопротивлений резисторов *R4* и *R7* устанавливают на эмиттере транзистора *T2* и коллекторе транзистора *T3* напряжение минус 0,75 В. Далее, восстановив соединение конденсатора *C3* с транзистором *T2*, к выходу прибора подключают осциллограф и частотомер и подбором емкости конденсатора *C2* подстраивают частоту несущей, а затем подбором емкости конденсатора *C1* — частоту модуляции. Для устранения наводок от сетевого напряжения измерительные приборы необходимо заземлить.

Следует отметить, что при малом коэффициенте передачи по току $h_{21Э}$ транзистора *T1* амплитуда колебаний контура *L1C1* на частоте 1000 Гц может оказаться недостаточной для модуляции несущей. В таком случае транзистор надо заменить другим с $h_{21Э}$ =100—150. Но если этот контур перестроить на частоту 400—500 Гц (*L1* — 500 витков, *C1*=0,01 мкФ), то в генераторе можно использовать транзистор с $h_{21Э}$ =40—60. Для стабильности глубины модуляции при изменении температуры транзистор *T1* должен быть кремниевый.

ГЕНЕРАТОРЫ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ

Генератор, собранный по схеме, приведенной на рис. 12, вырабатывает прямоугольные импульсы длительностью от 10 до 250 мкс с частотой следования от 0,6 Гц до 50 кГц и амплитудой 0—1,2 В, причем амплитуду и частоту можно плавно изменять. Фронт и срез импульсов составляет не более 5% их длительности. При напряжении питания 1,5 В и максимальной скважности импульсов потребляемый ток — не более 30 мА. Генератор питается от источника с напряжением до 5 В. При этом длительность импульсов уменьшается, а частота и амплитуда возрастают.

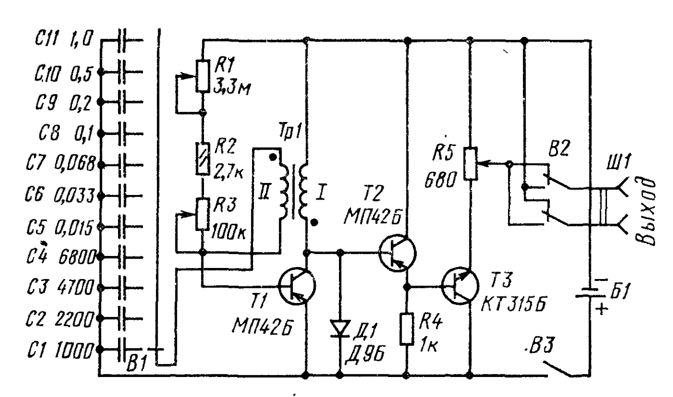


Рис. 12. Принципиальная схема генератора прямоугольных импульсов на транзисторах

На транзисторе *T1* работает блокинг-генератор. Переключателем *B1* выбирают диапазон частот следования импульсов, переменным резистором *R1* на частоту следования импульсов устанавливают грубо, а резистором *R3* — точно. Параметры импульсов при различных емкостях зарядных конденсаторов блокинг-генератора приведены в табл. 1. Указанные в ней пределы частоты следования импульсов соответствуют крайним положениям движков переменных резисторов *R1* и *R3*. Диод *Д1* служит для гашения положительных выбросов напряжения, возникающих при закрывании транзистора *T1*.

Нагрузкой блокинг-генератора является эмиттерный повторитель на транзисторе *T2*, сигнал с которого поступает на усилитель тока на транзисторе *T3*. Требуемое выходное напряжение устанавливают потенциометром *R5*, который включен в цепь эмиттера транзистора *T3*. С помощью переключателя *B2* можно изменять полярность импульсов на выходных гнездах *Ш1* генератора.

Трансформатор блокинг-генератора намотан на тороидальном магнитопроводе размером 20×15×5 мм, изготовленном из пермаллоя марки 50 НП. Обмотка *I* содержит 50 и обмотка *II* — 350 витков провода ПЭЛШО 0,12, причем витки верхнего слоя обмотки покрывают всю обмотку. Трансформатор должен располагаться не ближе 10 мм от других деталей прибора. При меньшем расстоянии крутизна фронта импульса может уменьшиться из-за дополнительной внешней емкости монтажа.

Таблица 1

Конденсатор	Средняя длительность импульса, мкс	Частота следования импульсов, кГц	Конденсатор	Средняя длительность импульса, мкс	Частота следования импульсов, кГц
C1	10	50—0,45	*C6*	35	5—0,017
C2	13	35—0,18	*C7*	45	3,4—0,01
C3	16	20—0,075	*C8*	60	2—0,006
C4	20	12—0,045	*C9*	80	1,2—0,0032
C5	25	9—0,03	*C10*	150	0,7—0,0009
			C11	250	0,4—0,0006

В генераторе применены переменные резисторы СПО-0,5, переключатели могут быть любого типа. Транзисторы — низкочастотные маломощные соответствующей структуры с коэффициентом передачи по току $h_{21Э} > 30$. Генератор, собранный по приведенной схеме, может вырабатывать импульсы с другими параметрами, если изменить число витков в обмотках трансформатора *Тр1*.

При наличии интегральных микросхем генератор прямоугольных импульсов можно собрать без трансформатора, что значительно уменьшает трудоемкость его изготовления. Устройство, схема которого изображена на рис. 13, генерирует импульсы прямоугольной формы положительной полярности с частотой следования 0,1 Гц — 1 МГц со скважностью 2—500. Частотный диапазон разделен на семь поддиапазонов: 0,1—1, 1—10, 10—100 Гц, 100 Гц — 1 кГц, 1—10, 10—100 кГц, 100 кГц — 1 МГц, которые устанавливают переключателем *В1*. Частоту следования импульсов в каждом поддиапазоне можно плавно регулировать переменным резистором *R1*, скважность — переменным резистором *R2*.

Для генератора пригодны интегральные микросхемы И—НЕ (буквенное обозначение ЛА) серий К131, К155. Транзисторы — высокочастотные кремниевые маломощные с коэффициентом передачи по току $h_{21Э} > 50$, например из серий КТ306, КТ312, КТ315. Для стабильности параметров выходных импульсов в генератор необходимо установить температурно-стабильные конденсаторы с малым ТКЕ, например пленочные, керамические типа КТ, а также использовать для питания генератора источник стабилизированного напряжения. Во избежание фазовых сдвигов между выходными импульсами от наводок сетевого напряжения корпусы переменных резисторов *R1*, *R2* необходимо соединить с минусом источника питания и поместить экран на транзистор *Т1*.

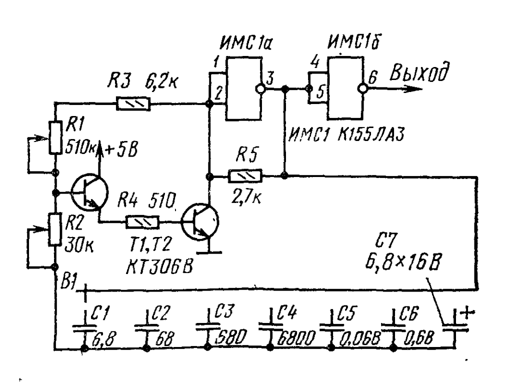


Рис. 13. Принципиальная схема генератора прямоугольных импульсов на микросхеме и транзисторах

ЧИСЛО-ИМПУЛЬСНЫЙ ГЕНЕРАТОР

В устройствах импульсной техники, автоматики и связи возникает необходимость получения определенного числа импульсов от разового срабатывания задающих контактов. Обычно такие устройства сложны и содержат задающий генератор, счетчик и дешифратор. При небольшом количестве импульсов (до 50) такое устройство можно собрать по схеме, показанной на рис. 14,*а*

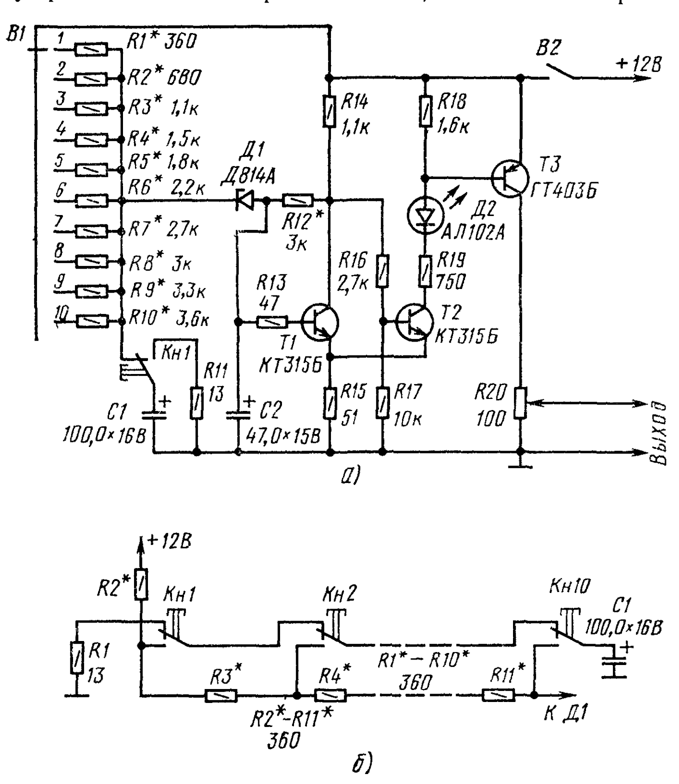


Рис 14 Принципиальная схема число-импульсного генератора *(а)* и задающего узла *(б)*

Генератор рассчитан на частоту следования прямоугольных импульсов 10 Гц со скважностью 2. Число импульсов (от 1 до 10) можно установить переключателем *В1*. Устройство позволяет плавно регулировать амплитуду выходных импульсов в пределах 0—12 В Для работы генератора необходим источник постоянного тока со стабилизированным напряжением 12 В, рассчитанный на ток нагрузки не менее 150 мА

Генератор состоит из задающего узла на переключателе *В1*, кнопки *Кн1* и конденсатора *С1*, несимметричного мультивибратора на транзисторах *Т1*, *Т2* и усилителя мощности на транзисторе *Т3*. В исходном состоянии конденсатор *С1* заряжен, стабилитрон *Д1* и транзистор *Т1* открыты, транзисторы *Т2* и *Т3* закрыты. При нажатии на кнопку *Кн1* конденсатор *С1* разряжается через резистор *R11*, состояние остальных элементов устройства не изменяется. После отпускания кнопки конденсатор *С1* начинает заряжаться через один из резисторов *R1—R10* в зависимости от установленного положения переключателя *В1*. На время заряда конденсатора стабилитрон *Д1* закрывается. Несимметричный мультивибратор переходит в режим автоколебаний. Длительность выходного

импульса подбирают сопротивлением резистора *R12*, длительность паузы — сопротивлением резистора *R15*, частоту следования импульсов — емкостью конденсатора *С2*. Для визуального контроля прохождения импульсов в коллекторной цепи транзистора *Т2* установлен светодиод *Д2*. Число импульсов зависит от времени заряда конденсатора *С1* и соответствует положению переключателя *В1*.

Резисторами *R1—R10* устанавливают нужное число импульсов.

При необходимости задающий узел можно собрать по схеме рис. 14,*б*. В этом случае после нажатия одной из кнопок *Кн1—Кн10* устройство будет генерировать импульсы, количество которых соответствует номеру нажатой кнопки

Для генератора можно использовать транзисторы из серий КТ312, КТ315, ГТ403 с коэффициентами передачи по току $h_{21Э}$ =50—70. Конденсаторы — типа ЭТО-2, К52-2, К52-1 Светодиод рассчитан на рабочий ток 10—15 мА, стабилитрон — из серии Д814. Использование стабилитрона из серии КС нежелательно в связи с тем, что эти стабилитроны имеют значительный обратный ток при напряжениях ниже напряжения стабилизации, что может привести к нестабильной работе устройства Переключатели и кнопки могут быть любого типа.

ГЕНЕРАТОР ИМПУЛЬСОВ

Генератор импульсов, схема которого изображена на рис. 15, генерирует положительные пилообразные импульсы, а также две серии положительных импульсов малой длительности (1—10 мкс). Вторая серия генерируется с задержкой по отношению к первой (опорной). Время задержки можно плавно регулировать. Амплитуда опорных импульсов составляет 5 В, задержанных импульсов 0—10 В, пилообразных импульсов 0—5 В. Частотный диапазон генерируемых импульсов (0,2 Гц — 200 кГц) разбит с помощью переключателя *В1* на шесть поддиапазонов (верхние пределы частот: 2, 20 и 200 Гц; 2, 20 и 200 кГц). Генератор питается от источника стабилизированного напряжения 12 В и потребляет ток около 10 мА.

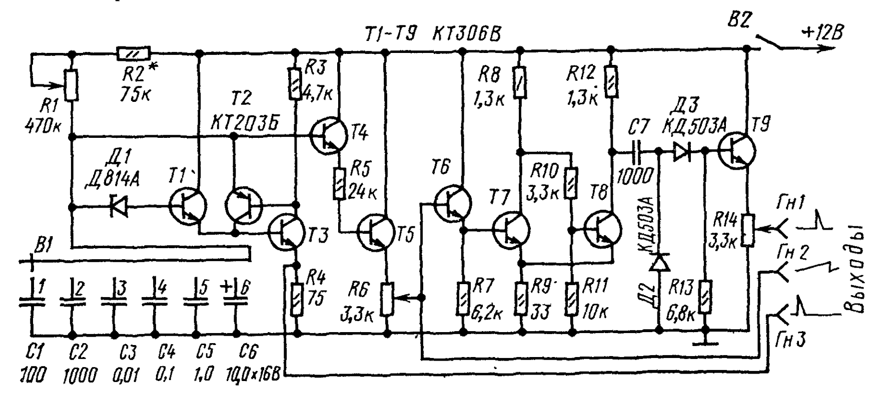


Рис. 15. Принципиальная схема генератора импульсов

Генератор пилообразного напряжения собран на транзисторах *Т1—Т3*. При поступлении напряжения от источника питания начинает заряжаться один из конденсаторов *С1—С6* (подключенный переключателем *В1*) через резисторы *R2* и *R1*. Транзисторы *Т1—Т3* в это время закрыты. Когда напряжение на заряжающемся конденсаторе достигнет значения напряжения стабилизации стабилитрона *Д1*, начинает открываться транзистор *Т1*. Это приводит к скачкообразному открыванию транзисторов *Т2*, *Т3* и разряду через них конденсатора. Во время разряда конденсатора на резисторе *R4* выделяется опорный импульс

малой длительности, поступающий на выходное гнездо *Гн3*. Пилообразное напряжение заряжающегося конденсатора поступает на базу транзистора *Т4*, который является входным элементом составного эмиттерного повторителя на транзисторах *Т4* и *Т5*. Пилообразное напряжение, снимаемое с подвижного контакта потенциометра *R6*, идет на выходное гнездо *Гн2*. Кроме того, это напряжение поступает на вход эмиттерного повторителя на транзисторе *Т6*, установленного для повышения входного сопротивления несимметричного триггера на транзисторах *Т7* и *Т8*, служащего для выработки задержанных импульсов. Если подвижный контакт переменного резистора *R6* находится в нижнем (по схеме) положении, транзисторы *Т6* и *Т7* закрыты, *Т8* открыт. При другом положении подвижного контакта этого резистора несимметричный триггер переключается, как только напряжение на эмиттере транзистора *Т6* достигает напряжения переключения триггера.

В момент переключения триггера в неустойчивое положение (транзистор *Т7* открыт, *Т8* закрыт) с помощью конденсатора *С7*, диодов *Д2*, *Д3* и резистора *R13* вырабатывается положительный импульс, который усиливается по току транзистором *Т9* и поступает с подвижного контакта переменного резистора *R14* на выходное гнездо *Гн1*. Таким образом, регулируя амплитуду пилообразных импульсов, изменяют время переключения несимметричного триггера, т. е. интервал времени между импульсами на гнездах *Гн1* и *Гн3*.

Генератор можно собрать на любых маломощных кремниевых высокочастотных транзисторах соответствующей структуры, например КТ312, КТ315, КТ306, с коэффициентом передачи по току $h_{21Э}=50-70$. Диоды — высокочастотные маломощные любого типа, стабилитрон — из серии Д814. При установке стабилитрона на напряжение стабилизации больше 8,5 В необходимо соответственно повысить напряжение источника питания. Конденсаторы *С1*—*С6* желательно использовать с малым ТКЕ, например пленочные. Остальные элементы устройства могут быть любого типа.

При налаживании генератора необходимо подобрать сопротивление резистора *R2* таким образом, чтобы в первом положении переключателя *В1* при верхнем (по схеме) положении подвижного контакта переменного резистора *R1* колебания генератора были устойчивы.

ЭЛЕКТРОННЫЕ РЕЛЕ

РЕЛЕ ВРЕМЕНИ

Одним из распространенных устройств автоматики является реле времени. С помощью этого устройства возможны автоматические включение и отключение потребителей электрической энергии через установленный интервал времени. Простым способом получения определенных интервалов времени может служить использование *RC*-цепей. Несмотря на небольшую точность, реле времени на *RC*-цепях получили широкое распространение благодаря своей простоте.

По характеру получения выдержки времени различают зарядные и разрядные емкостные реле времени. Если выдержки небольшие, эти устройства по техническим характеристикам почти не различаются. Для больших выдержек преимущество имеют реле времени с разряжающимся конденсатором. Это объясняется следующим. Большая выдержка времени может быть обеспечена либо увеличением емкости конденсатора, либо уменьшением зарядного или разрядного тока. Значительное увеличение емкости конденсатора нецелесообразно, поскольку связано с увеличением габаритных размеров и стоимости устройства, поэтому желательно уменьшать зарядный или разрядный ток. Однако не всегда возможно уменьшение тока заряда. Объясняется это тем, что электролитические конденсаторы имеют сравнительно большие токи утечки, которые увеличиваются с повышением напряжения. Уменьшение тока заряда до тока утечки приводит к тому, что конденсатор не может зарядиться до полного напряжения. При этом напряжение на конденсаторе повышается до момента, пока ток заряда станет равен току утечки. В реле времени, построенных на принципе разряда конденсатора, этого не происходит, так как конденсатор заряжается в этом случае до полного напряжения большими токами.

Для устройств автоматики целесообразно использовать реле времени, позволяющее устанавливать как малые, так и большие выдержки. Малые выдержки необходимы при работе с фотоувеличителем и быстродействующими электрическими устройствами, большие выдержки — для отключения нагревательных и осветительных приборов, а также радиоаппаратуры.

Реле времени на полевом транзисторе, принципиальная схема которого показана на рис. 16, позволяет устанавливать выдержки времени в диапазонах 1—60 с или 1—60 мин. Нестабильность выдержки времени не превышает 5%.

Устройство содержит блок питания, времязадающий узел и двухкаскадный усилитель на транзисторах *Т1* и *Т2*. Блок питания собран по бестрансформаторной схеме на диодах *Д1—Д4* и стабилитроне *Д5*. Времязадающий узел включает в себя конденсаторы *С3* и *С4*, переключатель *В1*, резисторы *R4* и *R5*, диод *Д7* и стабилитрон *Д6*. В исходном состоянии конденсаторы разряжены, транзистор *Т1* открыт, *Т2* закрыт, реле *Р1* обесточено.

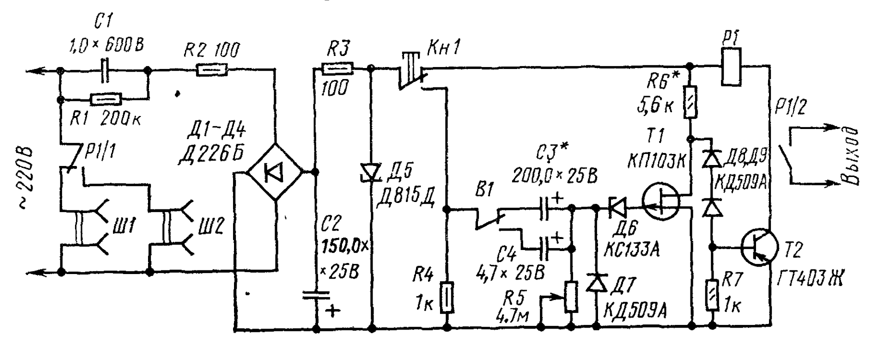


Рис. 16 Принципиальная схема реле времени

При нажатии на кнопку *Кн1* быстро заряжается конденсатор *С3* (или *С4* в зависимости от положения переключателя *В1*) через диод *Д7* до напряжения источника питания. После отпускания кнопки конденсатор начинает разряжаться через резисторы *R4* и *R5* Положительное напряжение с конденсатора через стабилитрон *Д6* прикладывается к затвору транзистора *Т1* и закрывает его. При этом транзистор *Т2* открывается и срабатывает реле *Р1*. Когда конденсатор *С3* (или *С4*) разряжается до напряжения, при котором стабилитрон *Д6* не пропускает тока, транзистор *Т1* открывается, *Т2* закрывается и реле *Р1* отпускает. Время выдержки реле определяется сопротивлением резистора *R5*, емкостью конденсатора *С3* (*С4*), а также напряжением, при котором стабилитрон *Д6* перестает пропускать ток. Резистор *R5* установлен для регулирования времени выдержки. Стабилитрон *Д6* повышает стабильность выдержки, поскольку при этом не используется нижний участок разрядной характеристики конденсатора Диод *Д7* служит для быстрого заряда конденсатора *С3* (*С4*) при нажатии на кнопку *Кн1*. Диоды *Д8* и *Д9* способствуют лучшему закрыванию транзистора *Т2*.

При налаживании реле времени следует соблюдать меры предосторожности, так как его элементы находятся под напряжением сети.

В реле времени могут быть использованы транзисторы КП103 (*Т1*) и любые из серий ГТ403 (*Т2*). Диод *Д7* должен быть подобран с максимальным обратным сопротивлением. Стабилитрон *Д6* можно установить другого типа, вместо него допускается подключить несколько последовательно соединенных маломощных кремниевых диодов в обратном направлении. Реле *Р1* — РЭС-10 (паспорт РС4.524.303) или РЭС-22 (паспорт РФ4.500.129).

На рис. 17 приведена принципиальная схема реле времени с регулятором тока в нагрузке. Реле времени предназначено для автоматического отключения нагревательных и осветительных приборов от сети. Его удобно использовать также при работе с фотоувеличителем. Мощность отключаемых приборов не должна превышать 600 Вт.

Устройство имеет два диапазона выдержки времени: 1—60 с и 1—60 мин. Погрешность в отсчете выдержки времени при небольших колебаниях окружающей температуры не превышает 5% установленного значения. Предусмотрена возможность плавного регулирования тока в нагрузке в пределах 10—98% номинального. Отсутствие коммутирующих контактов в цепи нагрузки значительно повышает надежность и долговечность устройства. Поскольку в блоке питания отсутствует трансформатор, реле времени имеет небольшие габаритные размеры и массу.

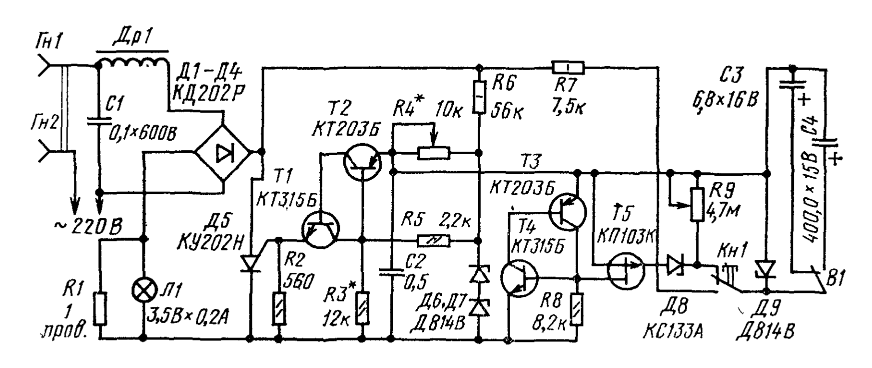


Рис. 17. Принципиальная схема реле времени с регулятором тока в нагрузке

В состав устройства входят сетевой фильтр, состоящий из дросселя *Др1* и конденсатора *С1*, выпрямительный диодный мост *Д1—Д4*, тринистор *Д5*, фазоимпульсный узел управления тринистором на транзисторах *Т1* и *Т2*, импульсный ключ на транзисторах *Т3*, *Т4* и времязадающий узел на транзисторе *Т5*.

При включении устройства в сеть напряжение питания на его элементы не поступает до тех пор, пока к гнездам *Гн1* и *Гн2* не будет подключена нагрузка, после чего напряжение сети подается через нагрузку, дроссель *Др1*, диоды *Д1—Д4* на тринистор *Д5*. Кроме того, напряжение через резистор *R6* попадает на стабилитроны *Д6*, *Д7*. В связи с тем что конденсаторы *С3* и *С4* разряжены, транзистор *Т5* открыт. Ток стока транзистора *Т5*, проходя по цепи базы транзистора *Т4*, открывает транзисторы импульсного ключа *Т3* и *Т4*. Конденсатор *С2* при этом заряжаться не может, и транзисторы *Т1* и *Т2* будут закрыты. Импульсы тока на управляющий электрод тринистора не поступают, тринистор *Д5* закрыт, и ток через нагрузку не проходит. В таком состоянии устройство может находиться неограниченное время.

Требуемую выдержку времени устанавливают переключателем *В1* и переменным резистором *R9*. При нажатии на кнопку *Кн1* выпрямленное напряжение сети через резистор *R7*, замкнутые контакты кнопки *Кн1* и транзисторы импульсного ключа *Т3*, *Т4* заряжают конденсатор *С3* (или *С4*) до напряжения стабилизации стабилитрона *Д9*. После отпускания кнопки *Кн1* заряженный конденсатор разряжается через резистор *R9*. При этом на затвор полевого транзистора *Т5* через стабилитрон *Д8* поступает положительное по отношению к истоку напряжение. Транзистор *Т5* и транзисторы импульсного ключа *Т3*, *Т4* закрываются. Стабилитрон *Д8* служит для уменьшения погрешности установленной выдержки.

После закрывания транзисторов импульсного ключа начинает работать фазоимпульсный узел управления тринистором *Д5*. В начальный момент транзисторы *Т1* и *Т2* закрыты положительным напряжением, которое подается на базу транзистора *Т2* с делителя напряжения *R5R3*. Конденсатор *С2* заряжается через резистор *R4*. Когда напряжение на конденсатор *С2* превысит напряжение делителя, по цепи базы транзистора *Т2* начинает протекать ток. Это приводит к скачкообразному открыванию транзисторов *Т2* и *Т1*. Конденсатор

С2 разряжается через эти транзисторы и цепь управляющего электрода тринистора. Импульс тока разряда конденсатора открывает тринистор, замыкая цепь нагрузки до конца полупериода сетевого напряжения. При уменьшении напряжения сети до нуля (в конце полупериода) тринистор закрывается При каждом следующем полупериоде напряжения сети циклы повторяются.

Фазу открывания тринистора (а следовательно, и ток в нагрузке) плавно регулируют переменным резистором *R4*. При минимальном сопротивлении резистора *R4* ток в нагрузке максимален. Для приблизительной оценки тока в нагрузке служит лампочка *Л1*, на которую подается напряжение с резистора *R1*, включенного последовательно в цепь нагрузки.

После разряда времязадающего конденсатора *С3* (*С4*) до напряжения, равного сумме напряжения отсечки транзистора *Т5* и напряжения стабилизации стабилитрона *Д8*, транзистор *Т5* начинает открываться. Это приводит к открыванию транзисторов импульсного ключа *Т3*, *Т4* и закрыванию тринистора *Д5*, что соответствует установке в ждущий режим.

Для охлаждения деталей в корпусе должны быть предусмотрены вентиляционные отверстия. Диоды *Д1*—*Д5* следует установить на небольшие радиаторы (площадью 5—7 см²), позволяющие рассеивать мощность 2 Вт. Для охлаждения диодов *Д1*—*Д5* можно использовать один радиатор (площадью 20 см²). При этом диоды *Д1* и *Д2* необходимо изолировать от радиатора с помощью термостойких (можно слюдяных) изоляционных прокладок. При подключении к реле времени нагрузки с потребляемой мощностью, не превышающей 200 Вт, радиаторы на диоды не требуются, габаритные размеры устройства при этом значительно уменьшаются.

Для реле времени можно использовать диоды с допустимым обратным напряжением не менее 400 В, например КД202К, Д233, Д247. Транзисторы — кремниевые маломощные соответствующей структуры, рабочее напряжение которых — не менее 20 В (для транзистора *Т5* достаточно 15 В). Стабилитроны можно применить и других типов, параметры которых близки к указанным на схеме Для изготовления резистора *R1* можно использовать резистор типа ВС-1, на который наматывают манганиновый провод диаметром 0,4 мм. Переменный резистор *R9* можно взять с меньшим сопротивлением, но для сохранения указанных выдержек при этом потребуется соответственно увеличить емкость конденсаторов *С3* и *С4*. Конденсатор фильтра *С1* обеспечивает номинальное напряжение не менее 500 В. Для увеличения стабильности работы регулятора тока конденсатор *С2* должен быть неэлектролитический с малым ТКЕ, например пленочный. Конденсаторы *С3* и *С4* желательно использовать с малыми токами утечки, например типов К52-1, К52-2, К53-1. Дроссель *Др1* наматывают либо на ферритовом кольце с внешним диаметром 40—45 мм, либо на ферритовом стержне диаметром 8 мм и длиной 40—50 мм. Начальная магнитная проницаемость феррита должна быть 500—1000. При использовании ферритового кольца его необходимо разложить на две части и вставить между полукольцами прокладку толщиной 3—5 мм или прорезать в кольце тонким наждачным кругом зазор во избежание насыщения магнитопровода. Катушка дросселя содержит 150—200 витков провода ПЭВ 0,8. Переключатель *В1* и кнопка *Кн1* могут быть любого типа.

Настройку реле времени начинают с проверки правильности монтажа деталей на плате Включая устройство в сеть, следует принимать меры предосторожности, так как на его элементы поступает напряжение сети, опасное как для человека, так и для большинства радиоэлементов. Первым настраивают фазоимпульсный узел управления тринистором, временно отключив импульсный ключ и времязадающий узел. В цепь питания устройства (последовательно с тринистором) включают амперметр постоянного тока со шкалой 1 А, а в гнезда *Гн1* и *Гн2* — лампу мощностью 150—200 Вт на напряжение 220 В. Резистор *R3* подбирают таким образом, чтобы при вращении ручки резистора *R4* ток через амперметр изменялся в пределах 10—98% номинального тока лампы.

После налаживания фазоимпульсного узла подключают импульсный ключ и времязадающий узел и устанавливают резистор *R9* в положение максимального сопротивления. Переключателем *В1* подключают конденсатор *С3* и подбирают его емкость таким образом, чтобы выдержка времени составляла 60 с

Затем переключатель *В1* переводят в другое положение, подбирают конденсатор *С4*, при котором выдержка соответствует 60 мин, и калибруют шкалы резисторов *R4* и *R9*. Для калибровки шкалы резистора *R9* используют секундомер или часы с секундной стрелкой. При использовании конденсаторов *С3* и *С4* одного типа и на одинаковое номинальное напряжение секундная и минутная шкалы резистора *R9* будут иметь одинаковые деления.

ЭЛЕКТРОННЫЕ ШАХМАТНЫЕ ЧАСЫ

Электронные шахматные часы рассчитаны на продолжительность игры до 5 мин на каждого играющего. Оставшееся время до конца игры показывают два измерительных прибора. В момент истечения времени игры включается звуковая сигнализация, а также светодиод, показывающий, у которого игрока время закончилось. Часы питаются от гальванической батареи напряжением 9 В и потребляют во время игры ток не более 10 мА.

Принципиальная схема шахматных часов приведена на рис. 18,*а*. Устройство состоит из двух аналогичных измерительных мостов на резисторах *R1*, *R5*,

а)

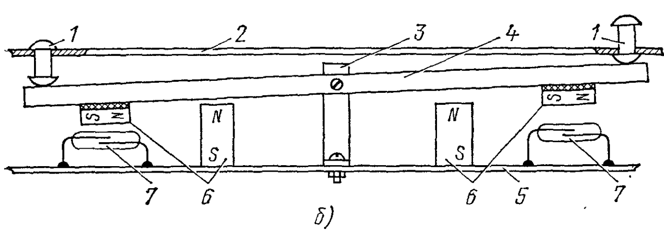


Рис. 18. Принципиальная схема шахматных часов (*а*) и конструкция переключателей (*б*)

1 — кнопка; *2* — корпус; *3* — стойка (сталь); *4* — рычаг (сталь); *5* — монтажная плата; *6* — постоянный магнит; *7* — магнитоуправляемый контакт

транзисторе *Т1* и резисторах *R11*, *R14*, транзисторе *Т3*, в диагонали которых включены измерительные приборы *ИП1*, *ИП2* двух статических триггеров на элементах *ИМС1*б, *ИМС1*в и *ИМС3*б, *ИМС3*в, низкочастотного генератора на элементах *ИМС2*б, *ИМС2*в, усилителя на транзисторе *Т2*, управляющих элементов *ИМС1*а, *ИМС2*а, *ИМС3*а, инверторов на элементах *ИМС1*г, *ИМС3*г и стабилизатора напряжения на транзисторе *Т4*.

После включения напряжения питания переключателем *В3* необходимо привести устройство в исходное состояние: нажать на 1—2 с и отпустить кнопку *Кн1*. При нажатой кнопке *Кн1* минус источника питания через замкнувшиеся контакты кнопки поступает на входы *9* триггеров (элементы *ИМС1*б и *ИМС3*б) и устанавливает на их выходах *10* логическую 1. При этом светодиоды *Д1*, *Д2* не светятся. На вход *5* элемента *ИМС2*б поступает логический 0, и генератор не самовозбуждается. На выходе *10* элемента *ИМС2*в присутствует логический 0, и транзистор *Т2* закрыт. Верхний (по схеме) вывод резистора *R9* через контакты кнопки подключен к минусу источника питания Напряжение, снимаемое с движка переменного резистора *R10*, через контакты кнопки заряжает конденсаторы *С1*, *С3*. Ток через измерительные приборы в это время не проходит, так как на измерительные мосты не поступает напряжения.

При отпускании кнопки разрывается цепь заряда конденсаторов *С1*, *С3* и на измерительные мосты подается напряжение +5 В. Транзисторы *Т1*, *Т3* закрыты, поскольку на их затворы поступает с конденсаторов *С1*, *С3* положительное относительно истоков напряжение. Через диагонали измерительных мостов проходит максимальный ток, и стрелки измерительных приборов устанавливаются на последние деления. Конденсатор С1 разряжается при замыкании магнитоуправляемых контактов *В1*, конденсатор *С3* — при замыкании *В2*. В конструкции часов предусмотрено, что контакты *В1* и *В2* не могут быть замкнуты одновременно.

При разряде конденсаторов *С1*, *С3* транзисторы *Т1*, *Т2* постепенно открываются и ток через измерительные приборы уменьшается. Предположим, что конденсатор *С1* разрядился раньше конденсатора *С3* Стрелка измерительного прибора *ИП1* устанавливается на нулевое деление шкалы Падение напряжения на резисторе *R5* достигает уровня логической 1, и на выходе *1* элемента *ИМС1*а устанавливается логический 0. Триггер на элементах *ИМС1*б, *ИМС1*в переключается в другое устойчивое состояние, и на его выходе *10* устанавливается логический 0. Светодиод *Д1* засветится. На выходе *1* элемента *ИМС2*а устанавливается логическая 1, и генератор самовозбуждается, подавая импульсы на базу транзистора *Т2*. Транзистор с частотой входных импульсов будет переключаться, и телефонная головка *Тф1* создаст звуковой сигнал. Логический 0 с выхода переключившегося триггера подается также на вход *2* элемента *ИМС3*а для запрета переключения триггера на элементах *ИМС3*б, *ИМС3*в Этим исключается возможность свечения двух светодиодов, если время игры у играющих заканчивается почти одновременно

В часах можно использовать подстроечные резисторы типов СП3-1б, СП5-2, СПО, электролитические конденсаторы К52-1, К52-2, ЭТО-2 со сравнительно небольшим током утечки. С этой целью конденсаторы *С1* и *С3* следует использовать на номинальное напряжение не менее 16 В. Измерительные приборы рассчитаны на ток полного отклонения стрелки 50—200 мкА, желательно брать небольших размеров, например индикаторы М476, М4370. Для уменьшения тока, потребляемого от батарей питания, необходимо использовать маломощные интегральные микросхемы, например из серии К134. Кнопка *Кн1* и переключатель *В3* — типа П2К Магнитоуправляемые контакты *В1* и *В2* — любого типа, например КЭМ-2А. Светодиоды красного свечения рассчитаны на номинальный ток до 10 мА. Телефонная головка *Тф1* — типа ТА-4 сопротивлением 65 Ом. Источником питания могут быть шесть гальванических элементов 332 или две последовательно соединенные батареи 3336Л.

Корпус часов можно изготовить прямоугольной формы со сторонами, равными 60×30×370 мм. Такие часы свободно размещаются в шахматной доске вместе с шахматами. При игре часы располагают возле одной из боковых сторон шахматной доски, что создает удобство играющим

Магнитоуправляемые контакты *В1* или *В2* включаются при нажатии на

соответствующую кнопку (рис. 18,*б*), которая прижимает рычаг к постоянному магниту. При этом магнитный поток другого магнита замыкается через соответствующие магнитоуправляемые контакты, что приводит к их электрическому замыканию. Если кнопки нажаты наполовину, контакты *В1* и *В2* разомкнуты.

После проверки монтажа начинают налаживание. Движки подстроечных резисторов устанавливают в следующие положения (по схеме): *R1, R14* — в нижнее; *R7*, *R8* — в верхнее; *R2*, *R13* — в левое; *R10* — посредине. Магнитоуправляемые контакты *В1* и *В2* должны быть разомкнуты. Переключателем *В3* включают напряжение питания и приступают к налаживанию первого измерительного моста. Переменным резистором *R1* устанавливают стрелку измерительного прибора *ИП1* немного левее нулевого деления шкалы. Затем нажимают и через 1—2 с отпускают кнопку *Кн1*. Стрелки измерительных приборов должны отклониться вправо. Подстроечным резистором *R2* устанавливают стрелку *ИП1* на последнее деление шкалы. После этого замыкают магнитоуправляемые контакты *В1*. Движок подстроечного резистора *R7* устанавливают в положение, при котором время разряда конденсатора *С1* до момента появления звукового сигнала составляет 5 мин При появлении звукового сигнала перемещением движка резистора *R1* устанавливают стрелку *ИП1* на нулевое деление шкалы. Затем опять нажимают и отпускают кнопку *Кн1* и при необходимости вновь устанавливают стрелку *ИП1* резистором *R2* на последнее деление шкалы, *R1* — на нулевое деление шкалы. Линейность шкалы в ее конечной части устанавливают резистором *R10*.

Второй измерительный мост налаживают аналогичным способом.

СИГНАЛИЗАТОР УХОДА

При уходе из квартиры необходимо проверить, отключены ли электрические приборы, перекрыты ли газ и вода. Можно установить в квартире световой и звуковой сигнализатор, который напомнит об этом. При входе в квартиру сигнализатор не включается. Устройство потребляет в ждущем режиме ток около 0,3 мА.

Принципиальная схема сигнализатора изображена на рис. 19. Устройство имеет три режима работы: ждущий, сигнализирующий и исходный В ждущем режиме кнопка *Кн1* нажата закрытой дверью и ее контакты разомкнуты. Напряжение сети поступает на делитель напряжения *R4R5* и далее с резистора *R4* через диод *Д5* заряжает конденсатор *С1* до суммарного напряжения стабилизации стабилитронов *Д3*, *Д4*. Транзисторы *Т1*, *Т2* закрыты, и обмотка реле *Р1* обесточена.

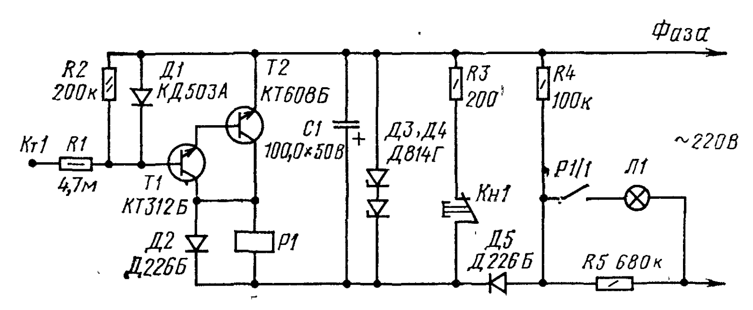


Рис. 19. Принципиальная схема сигнализатора ухода

Для перевода устройства в режим сигнализации необходимо коснуться металлической ручки входной двери, установленной со стороны квартиры. К ней подключен входной провод сигнализатора. Отрицательные полупериоды тока утечки, проходя через базы транзисторов *Т1*, *Т2* и резистор *R1*, откроют транзисторы. При этом якорь реле *Р1* завибрирует с частотой 50 Гц, создавая низ-

кочастотный звуковой сигнал. Контакты *Р1/1* реле прерывисто включают лампочку *Л1*.

При открывании двери кнопка *Кн1* отжимается, конденсатор разряжается через резистор *R3* и замкнувшиеся контакты кнопки, реле отпускает и сигнализатор устанавливается в исходный режим. После закрывания двери при входе в квартиру и снятия руки с внутренней ручки сигнализатор через 30 с, необходимых для заряда конденсатора, устанавливается в ждущий режим.

Диод *Д1* защищает транзисторы *Т1* и *Т2* от пробоя сетевым напряжением при положительных полупериодах тока утечки. Резистор *R2* обеспечивает помехоустойчивость устройства. Диод *Д2* гасит выбросы напряжения на коллекторах транзисторов *Т1, Т2* при их закрывании.

В сигнализаторе используют кремниевые транзисторы (с коэффициентом передачи по току $h_{21Э} > 30$), электрические параметры которых близки к указанным на схеме, например из серий КТ315 и КТ608. Транзистор *Т2* можно установить из серии КТ315, но при этом уменьшится надежность устройства. Диоды *Д1* и *Д5* обязательно должны быть кремниевые. Германиевые диоды имеют сравнительно большой обратный ток, зависящий от температуры, а это уменьшает надежность работы сигнализатора Диод *Д5* должен иметь максимальное обратное напряжение не менее 400 В, прямой ток 300—400 мА. Стабилитроны *Д3* и *Д4* — из серии Д814 на суммарное напряжение стабилизации около 20 В. Стабилитроны из серии КС для устройства непригодны, так как они пропускают ток при напряжении, значительно меньшем напряжения стабилизации. Лампа *Л1* — на напряжение 220 В, мощность 10—15 Вт. Ее можно заменить несколькими последовательно включенными лампами на суммарное напряжение 200 В и общую мощность 5—15 Вт. Конденсатор *С1* — с малыми токами утечки, например К52-2, К52-1, К53-1. Реле *Р1* слаботочное на напряжение срабатывания 24 В, например РЭС-10 (паспорт РС4.524 302).

Для повышения безопасности при эксплуатации устройства необходимо установить резистор *R1* с большим пробивным напряжением, которое имеют резисторы мощностью не менее 0,5 Вт. Для увеличения помехоустойчивости сигнализатора длина провода, идущего от резистора *R1* до ручки двери, не должна превышать 1,5 м, диаметр 0,2 мм. Внутренняя и наружные ручки двери не должны иметь электрический контакт.

Сигнализатор можно собрать также с индикацией на неоновой лампе, например ТН0,2. Для этого на место лампы *Л1* необходимо установить резистор сопротивлением 3,6 кОм (мощность рассеивания 4 Вт), а неоновую лампу через резистор сопротивлением 100 кОм подключить параллельно резистору *R4*. Вместо кнопки *Кн1* можно установить магнитоуправляемые контакты (геркон), а на двери поместить постоянный магнит.

Налаживание сигнализатора сводится к обязательной проверке правильности монтажа и резистора *R1* с сопротивлением не менее 2,2 МОм. При этом ток утечки при касании дверной ручки не превысит 0,1 мА Прохождения такого тока человек не ощущает. Сигнализатор работает надежно, если фазное напряжение сети подключено согласно схеме.

УСТРОЙСТВО ВКЛЮЧЕНИЯ ЛАМП НАКАЛИВАНИЯ

Сопротивление холодной нити накала лампы освещения в 8—10 раз меньше ее сопротивления в номинальном рабочем режиме. По этой причине происходит значительное превышение номинального тока во время включения, что приводит к ускоренному разрушению нити накала. Для увеличения срока службы лампы необходимо в процессе включения уменьшить проходящий через нее ток. При этом нить накала нагревается до определенной температуры, сопротивление ее повысится, после чего лампу можно включить на номинальный ток.

Устройство, принципиальная схема которого показана на рис. 20, позволяет за 1 с после включения выключателя *В1* уменьшить в 2 раза ток через лампу, а затем пропускать номинальный ток. Уменьшение тока после включения происходит за счет пропускания только отрицательного полупериода тока диодом *Д1*. Положительный полупериод тока в это время через лампу не прохо-

дит, так как тринистор *Д2* закрыт. После заряда конденсатора *C1* через диод *Д3* и резистор *R4* открывается транзистор *T1*. С этого времени в начале каждого положительного полупериода ток, проходящий через резистор *R2* и открывшийся транзистор, открывает тринистор *Д2*, пропуская положительный полупериод тока через лампу. Стабилитрон *Д4* ограничивает напряжение на коллекторе транзистора *T1* при закрытом тринисторе *Д2*. После выключения *B1* конденсатор *C1* разряжается через резисторы *R3*, *R1* и устройство приводится в исходные состояния.

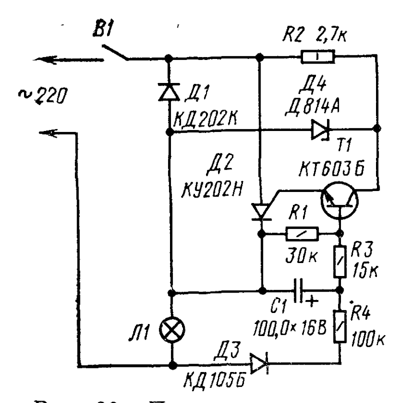


Рис. 20. Принципиальная схема устройства включения ламп накаливания

Для устройства пригоден любой транзистор из серии КТ315, КТ603, КТ608 с коэффициентом передачи по току $h_{21Э} > 30$ Стабилитрон *Д4* — на напряжение стабилизации 6—10 В и максимальный ток стабилизации не меньше 30 мА. Диод *Д1* и тринистор *Д2* должны иметь максимальное обратное напряжение не менее 300 В и прямой ток не менее 1 А, конденсатор *C1* — номинальное напряжение не менее 15 В.

При использовании исправных деталей и правильном монтаже устройство налаживания не требует. Задержка включения номинального тока должна быть в пределах 0,5—1 с.

ФОТОЭКСПОЗИМЕТРЫ

Получение хорошей фотографии связано с необходимостью правильного подбора времени экспозиции при печати. Изготовление нескольких пробных отпечатков при различных выдержках приводит к значительным потерям времени и расходу фотоматериалов. Избежать этого можно, если использовать экспозиметр, принципиальная схема которого приведена на рис. 21.

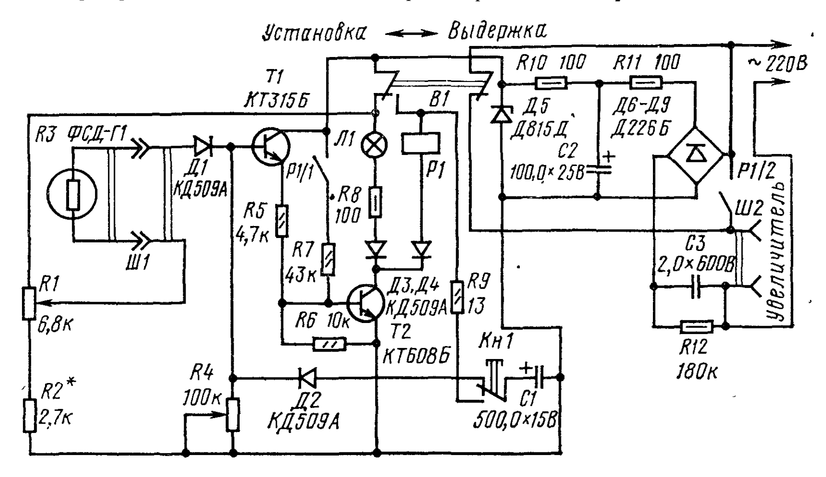


Рис. 21. Принципиальная схема фотоэкспозиметра

Максимальное время экспозиции при указанных на схеме номиналах элементов составляет 60 с, минимальное — 1 с. Экспозиметр имеет два режима

работы: *Установка* и *Выдержка* (в зависимости от положения переключателя *В1*).

В режиме *Установка* через переключатель *В1* подается напряжение питания на резистор *R1*. В коллекторную цепь транзистора *Т2* включена лампа *Л1*, служащая для определения правильности установки выдержки времени переменным резистором *R4*. Контакты *Р1/2* реле *Р1* зашунтированы контактами переключателя *В1*, и на фотоувеличитель поступает напряжение сети. При освещении помещенного в проекцию кадра фоторезистора *R3* транзисторы *Т1* и *Т2* открываются и через лампу *Л1* протекает ток, значение которого пропорционально освещенности фоторезистора. Моментом правильной установки выдержки считается момент загорания лампы при вращении ручки резистора *R4*. Резистор *R1* предназначен для установки чувствительности экспозиметра в зависимости от используемой разновидности фотобумаги. Диод *Д2* предотвращает заряд конденсатора *С1* через фоторезистор, а диод *Д4* (через лампу *Л1* и обмотку реле *Р1*) — при случайном нажатии на кнопку *Кн1*.

В режиме *Выдержка* в коллекторную цепь транзистора *Т2* включается обмотка реле *Р1*. При нажатии на кнопку *Кн1* происходит заряд конденсатора *С1* до напряжения источника питания. При отпускании кнопки конденсатор *С1* разряжается через базовые цепи транзисторов *Т1*, *Т2* и резистор *R4*. Во время разряда конденсатора реле *Р1* срабатывает и через контакты *Р1/2* подает напряжение сети на фотоувеличитель. Для более четкого выключения реле после разряда конденсатора (увеличивает срок службы реле) контакты *Р1/1* разрывают цепь подачи дополнительного напряжения смещения на базу транзистора *Т2*. Для того чтобы в режиме *Выдержка* напряжение питания не поступало на резистор *R1* (может привести к увеличению времени экспозиции при освещенном фоторезисторе), включен диод *Д3*. Для предотвращения разряда конденсатора *С1* через освещенный фоторезистор установлен диод *Д1*.

Блок питания экспозиметра собран по бестрансформаторной схеме. Конденсатор *С3* служит для уменьшения сетевого напряжения. Резистор *R11* необходим для ограничения тока через выпрямительный мост в момент включения экспозиметра в сеть, а *R12* — для разряда конденсатора *С3* при отключении от сети.

В экспозиметре могут быть использованы кремниевые транзисторы, у которых коэффициент передачи по току $h_{21Э} > 50$. Диоды *Д1*, *Д2* — кремниевые. Реле *Р1* — на напряжение 12 В и ток срабатывания до 100 мА; контакты допускают коммутацию тока 0,5 А при напряжении 220 В, например РЭС-6 (паспорт РФ0.452.116). Лампа *Л1* — на напряжение 9—12 В и ток 50—70 мА. Вместо нее можно использовать светодиод с красным свечением, например АЛ102А, установив при этом резистор *R8* сопротивлением 910 Ом.

В связи с тем что блок питания фотоэкспозиметра собран по бестрансформаторной схеме, его элементы находятся под напряжением сети. Для безопасности работы с устройством необходимо корпус для экспозиметра выполнить из изоляционного материала и надежно изолировать контакты фоторезистора *R3*.

Экспозиметр градуируют сначала в режиме *Выдержка* при работе его как реле времени. Выдержку изменяют резистором *R4*. Далее градуируют резистор *R1* в зависимости от разновидности фотобумаги. Для этого в режиме *Выдержка* при различной экспозиции делают несколько отпечатков с негатива средней плотности на фотобумаге «Унибром», отмечая при этом время экспозиции. После этого ручку резистора *R4* устанавливают на время экспозиции лучшего отпечатка. В режиме *Установка*, поместив фоторезистор *R3* в проекцию кадра над местом определенной плотности в отпечатке и вращая ручку резистора *R1*, добиваются наименьшего накала лампы *Л1*. Это положение ручки резистора *R1* соответствует светочувствительности бумаги «Унибром». Чувствительность фотобумаг «Фотобром» в 1,2, «Бромпортрет» в 1,7 и «Фотоконт» в 2,5 раза меньше по сравнению с бумагой «Унибром». При получении отпечатков на этих бумагах необходимо пропорционально уменьшению чувствительности увеличивать время экспозиции. Для этого при ранее установленной освещенности резистора *R3* поочередно устанавливают резистором *R4* выдержки, превышающие в 1,2; 1,7; 2,5 раза выдержку лучшего отпечатка на бумаге «Унибром». При каждой ус-

тановке выдержки перемещают движок резистора $R1$ в сторону резистора $R2$ до положения наименьшего накала лампы $Л1$. При этом отмечают на шкале резистора $R1$ соответственно выдержкам разновидности бумаги: «Фотобром», «Бромпортрет», «Фотоконт».

При пользовании экспозиметром для выполнения отпечатка необходимо в режиме *Установка* резистор $R1$ установить в положение, соответствующее выбранному типу бумаги. Далее поместить фоторезистор $R3$ в проекцию кадра над местом определенной освещенности. Затем, вращая ручку резистора $R4$, добиваются наименьшего накала лампы $Л1$ и устанавливают переключатель $B1$ в положение *Выдержка*. После этого кладут в проекцию кадра фотобумагу, нажимают и отпускают кнопку $Кн1$.

Экспозиметр в режиме *Выдержка* при отключенном фоторезисторе $R3$ может работать как реле времени с установкой экспозиции резистором $R4$.

На рис. 22 приведена схема фотоэкспозиметра, в котором отсутствует электромагнитное реле. Его роль выполняет тринистор, что позволяет повысить надежность и долговечность устройства. Кроме того, благодаря применению тринистора появилась возможность в больших пределах плавно регулировать освещенность кадра с помощью изменения силы тока лампы фотоувеличителя, что бывает необходимо при работе с негативами малой плотности. Максимальное время экспозиции составляет 60 с, минимальное — 1 с.

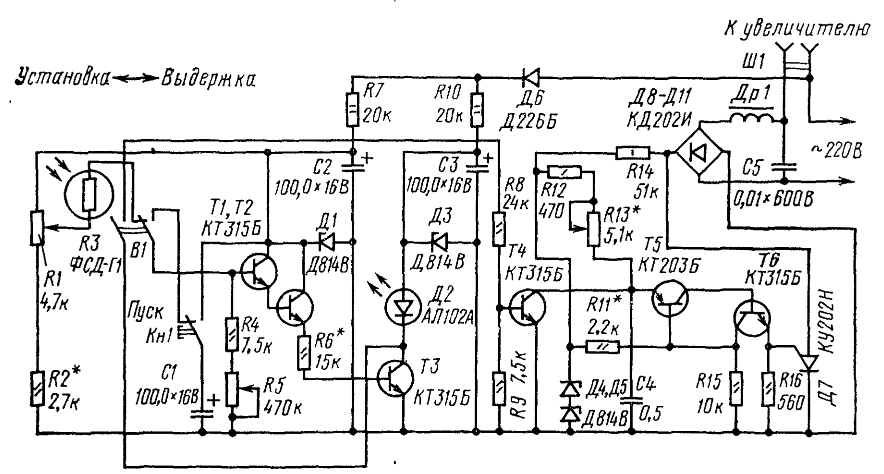


Рис. 22. Принципиальная схема фотоэкспозиметра с регулятором освещенности

Экспозиметр состоит из времязадающего узла на транзисторах $T1$—$T3$, электронного ключа на транзисторе $T4$, узла управления тринистором на транзисторах $T5$, $T6$ и самого тринистора $Д7$.

В зависимости от положения переключателя $B1$ устройство работает в одном из режимов — *Установка* или *Выдержка* В положении *Установка* определяют необходимую выдержку экспозиции. При этом фоторезистор $R3$ через контакты переключателя $B1$ подключен к базе транзистора $T1$. Напряжение на фоторезистор подается с движка переменного резистора $R1$, являющегося регулятором чувствительности экспозиметра в зависимости от используемой фотобумаги. При затемненном фоторезисторе транзисторы $T1$—$T3$ закрыты и светодиод $Д2$ не светится. Когда фоторезистор освещен (установлен в нужном месте изображения, проектируемого фотоувеличителем), через него начинает протекать ток, который затем разветвляется по двум цепям — цепочке $R4R5$ и эмиттерным переходам транзисторов $T1$—$T3$ Транзисторы открываются, и светодиод $Д2$ светится. Перемещением движка переменного резистора $R5$ можно изменить ток, протекающий через эмиттерные переходы транзисторов, а значит, и момент начала свечения светодиода при данной освещенности фоторе-

зистора. Поскольку резисторы *R4*, *R5* являются частью времязадающей цепочки, от положения движка переменного резистора *R5* зависит и время выдержки.

В указанном положении переключателя *B1* тринистор *Д7* открыт и лампа фотоувеличителя, включенного в розетку *Ш1*, светится. Причем яркость свечения лампы можно изменять переменным резистором *R13*. Совместно с резистором *R12* и конденсатором *C4* он образует фазосдвигающую цепочку, позволяющую управлять моментом открывания тринистора. Для открывания тринистора импульсом разряда конденсатора *C4* между ним и фазосдвигающей цепочкой установлены транзисторы *T5*, *T6*, включенные как аналог тринистора. Эти транзисторы открываются, когда напряжение на конденсаторе *C4* достигает значения, равного падению напряжения на резисторе *R15*. Тогда импульс тока разряда конденсатора *C4* открывает тринистор *Д7*.

При установке переключателя *B1* в положение *Выдержка* база транзистора *T1* отключается от фоторезистора и подключается к разряженному конденсатору *C1*. Транзисторы *T1—T3* закрываются. Напряжение на коллекторе транзистора *T3* возрастает. Через замкнутые контакты переключателя и резистор *R8* оно подается на базу транзистора *T4* и открывает его Транзистор шунтирует конденсатор *C4*, транзисторы *T5*, *T6* и тринистор *Д7* закрывается, лампа фотоувеличителя гаснет.

Для пуска экспозиметра нажимают и отпускают кнопку *Кн1 Пуск*. Пока кнопка нажата (1—2 с), конденсатор *C1* успевает зарядиться, а при отпускании кнопки он разряжается через эмиттерные переходы транзисторов *T1—T3* и резисторы *R4*, *R5*. Транзистор *T3* при этом открывается, а *T4* закрывается. Включается лампа фотоувеличителя Когда конденсатор *C1* разрядится и транзисторы *T1—T3* вновь откроются, лампа фотоувеличителя погаснет.

Для повышения стабильности работы времязадающий узел питается от двух отдельных стабилизаторов напряжения, собранных на стабилитронах *Д1* и *Д3*

В экспозиметре можно использовать кремниевые маломощные транзисторы соответствующей структуры с коэффициентом передачи по току $h_{21Э} > 50$. Транзисторы *T1—T4* можно заменить транзисторной сборкой К1НТ251 Электролитические конденсаторы *C1—C3* могут быть К52-1 или другие, *C4*, *C5* — бумажные или керамические. При использовании увеличителя с лампой мощностью не более 100 Вт диоды *Д8—Д11* должны иметь допустимый прямой ток не менее 300 мА и обратное максимальное напряжение не менее 350 В (например, Д226Б). Стабилитроны — любые с напряжением стабилизации 9—12 В. Кроме указанного на схеме можно применить фоторезистор ФС-К1 с удельной чувствительностью не менее $6 \cdot 10^3$ мкА/лмВ Если чувствительность фоторезистора значительно ниже указанной, необходимо верхний (по схеме) вывод резистора *R1* подключить к отдельному стабилизатору, собранному аналогично стабилизатору, питающему времязадающий узел. В этом стабилизаторе необходимо установить конденсатор на номинальное напряжение 50 В и стабилитрон с напряжением стабилизации 30—40 В. Светодиод — красного свечения, номинальный ток его не должен превышать 10 мА. Дроссель *Др1* намотан на стержне диаметром 8 и длиной 30—40 мм, изготовленном из феррита марки 600НН Дроссель содержит 100—120 витков провода ПЭВ-2 0.8

Детали фотоэкспозиметра можно разместить в любом подходящем корпусе из изоляционного материала

После окончания монтажа приступают к налаживанию фотоэкспозиметра и градуировке шкал переменных резисторов *R1*, *R5*. Следует помнить, что детали экспозиметра находятся под напряжением сети, и поэтому нужно соблюдать меры предосторожности.

Сначала налаживают узел управления тринистором. Переключатель *B1* ставят в положение *Установка* и вращают ручку переменного резистора *R13* из одного крайнего положения в другое. При этом яркость лампы фотоувеличителя должна плавно изменяться в пределах 20—95% номинальной. Если этого не происходит, следует изменить сопротивления резисторов *R12*, *R13*. Затем устанавливают переключатель в положение *Выдержка*, а движок переменного резистора *R5* — в нижнее (по схеме) положение. Нажимают и через 1—2 с

отпускают кнопку *Кн1*. Сразу же после этого должна загореться лампа фотоувеличителя и гореть примерно 60 с. Продолжительность горения подбирают сопротивлением резистора *R6*. Затем поочередно устанавливают ручку резистора *R5* в положения, соответствующие выдержкам 5, 10, 15, ..., 55 с, и отмечают их на шкале.

Разметку шкалы переменного резистора *R1* для используемых фотобумаг производят ранее описанным способом.

Практически с фотоэкспозиметром работают так. Установив переключатель *В1* в положение *Установка*, а ручку резистора *R1* в положение, соответствующее типу фотобумаги, помещают фоторезистор светочувствительным слоем вверх в зону средней освещенности кадра и вращением ручки переменного резистора *R5* добиваются начала свечения светодиода. Затем устанавливают переключатель *В1* в положение *Выдержка*, нажимают и отпускают (через 1—2 с) кнопку *Кн1*.

ФОТОРЕЛЕ

Фотореле, принципиальная схема которого приведена на рис. 23,*а*, предназначено для остановки лентопротяжного механизма магнитофона как при обрыве или окончании магнитной ленты, так и в любом заданном месте фонограммы. Это достигается наклейкой на ленту в нужных местах небольших полосок белой бумаги. Фотореле состоит из усилителя постоянного тока, собранного на транзисторах *Т1*, *Т2*, на вход которого поступает сигнал от фотодиода *Д1*, и несимметричного триггера на транзисторах *Т3*, *Т4*. В цепь коллектора транзистора *Т4* включено электромагнитное реле *Р1*, контакты *Р1/2* которого коммутируют цепь питания электродвигателя или электромагнита прижимного ролика магнитофона.

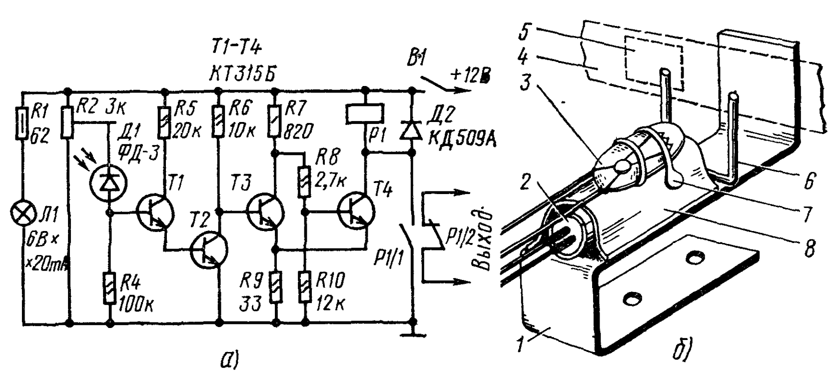


Рис. 23. Принципиальная схема фотореле (*а*) и конструкция фотодатчика (*б*)

Конструкция фотодатчика показана на рис. 23,*б*. Лампочка *3* и фотодиод *2* закреплены на стальном кронштейне *1* с помощью проволочной спирали *7* и скобы *8* таким образом, что свет от лампочки может попасть на фотодиод, только отразившись от окрашенной белой краской загнутой части кронштейна или полоски бумаги *5*, наклеенной на магнитную ленту *4*. Проволочная скоба *6* ограничивает перемещение ленты в плоскости, перпендикулярной направлению ее движения.

При движении участков ленты без наклеек транзисторы *Т1*, *Т2*, *Т4* закрыты, *Т3* открыт, контакты реле *Р1* находятся в положении, показанном на схеме. При обрыве ленты или при прохождении перед лампочкой *Л1* и фотодиодом *Д1* участка с наклеенной бумажной полоской отраженный свет попадает на фотодиод, транзисторы *Т1*, *Т2* открываются и несимметричный триггер переходит в состояние, при котором транзистор *Т3* закрыт, а *Т4* открыт. В ре-

зультате срабатывает реле *Р1*, контакты *Р1/1* блокируют цепь питания его обмотки, а *Р1/2* разрывают цепь питания электродвигателя магнитофона или электромагнита прижимного ролика. Если отключить питание фотореле выключателем *В1*, то устройство примет исходное состояние.

В устройстве можно использовать фотодиоды и других типов, а также фоторезисторы Транзисторы — кремниевые с коэффициентом передачи по току $h_{21Э} > 40$. Реле — на напряжение срабатывания 12 В при токе потребления не более 60 мА, например РЭС-6 (паспорт РФ0 452 125), РЭС-22 (паспорт РФ4 500 129). Налаживание устройства сводится к регулировке его чувствительности подстроечным резистором *R2* при освещении фотодиода *Д1* отраженным светом.

АВТОМАТ ПОИСКА ФОНОГРАММЫ НА МАГНИТНОЙ ЛЕНТЕ

Автомат предназначен для автоматического поиска нужной фонограммы на магнитной ленте и отключения двигателя магнитофона при ее нахождении. При работе с автоматом магнитная лента на каждой дорожке может содержать до 15 фонограмм различной длины. При большем числе фонограмм магнитную ленту разделяют на две зоны, каждая из которых содержит до 15 фонограмм Нумерацию фонограммы производят путем наклейки на магнитную ленту светоотражающей полоски из полистироловой пленки с напыленным слоем алюминия или тонкой белой бумаги. Поиск фонограммы осуществляется в режиме перемотки с любого участка магнитной ленты Номер текущей фонограммы во время поиска высвечивается светодиодом. В режиме воспроизведения или записи магнитофона автомат может отключать лентопротяжный механизм в начале следующей фонограммы

Устройство работает от источника постоянного тока напряжением 5 В. Ток потребления в любом режиме не превышает 200 мА

Принципиальная схема автомата изображена на рис. 24,*а*. Устройство состоит из фотодатчика, собранного на фотодиоде *Д1* и транзисторах *Т1*, *Т2*, несимметричного триггера на элементах *ИМС1*а, *ИМС1*б, инвертора на элементе *ИМС1*в, четырехразрядного реверсивного двоичного счетчика на интегральной микросхеме *ИМС2*, двоично-десятичного дешифратора 4×16 на интегральной микросхеме *ИМС3*, узла индикации на светодиодах *Д3—Д18*, узла установки номера фонограммы на переключателях *В2—В16* и исполнительного узла на элементе *ИМС1*г, транзисторе *Т3* и реле *Р1*

После включения устройства переключателем *В17* нажатием на кнопку *Кн2* устанавливают счетчик в 0. При перемотке магнитной ленты на правую бобину переключатель *В1* устанавливают в левое (по схеме) положение, при перемотке магнитной ленты на левую бобину — в правое.

При заправленной магнитной ленте фотодиод *Д1* затемнен и транзисторы *Т1*, *Т2* закрыты. На выходе *8* элемента *ИМС1*в устанавливается логическая 1, на выходе *11* элемента *ИМС1*г — логический 0. Транзистор *Т3* закрыт, и реле *Р1* обесточено. При движении магнитной ленты во время прохождения наклеенной белой полоски перед фотодатчиком отраженный свет попадает на фотодиод *Д1*. Транзисторы *Т1*, *Т2* открываются, и несимметричный триггер на элементах *ИМС1*а, *ИМС1*б переключается На выходе элемента *ИМС1*в устанавливается логический 0 После затемнения фотодиода транзисторы *Т1*, *Т2* закрываются, несимметричный триггер возвращается в исходное состояние и на выходе элемента *ИМС1*в устанавливается логическая 1. При этом содержимое счетчика в зависимости от положения переключателя *В1* увеличивается или уменьшается на единицу.

Выходы счетчика подключены ко входам дешифратора на интегральной микросхеме *ИМС3*, установленной для преобразования двоичной информации счетчика в десятичную. На соответствующем выходе дешифратора устанавливается низкий уровень напряжения и светодиод, подключенный к этому выходу через токоограничивающий резистор, начинает светиться. Если к этому же выходу дешифратора одним из переключателей *В2—В16* подключить вход элемента *ИМС1*г, на его выходе *11* установится логическая 1, транзистор *Т3* откроется, реле *Р1* сработает и отключит лентопротяжный механизм магнито-

фона. Для последующего пуска магнитофона необходимо отключить включенный переключатель *В2—В16*. При этом на выходе *11* элемента *ИМС1*г установится логический 0, транзистор *Т3* закроется, реле *Р1* обесточится и контактами *Р1/1* соединит цепь лентопротяжного механизма.

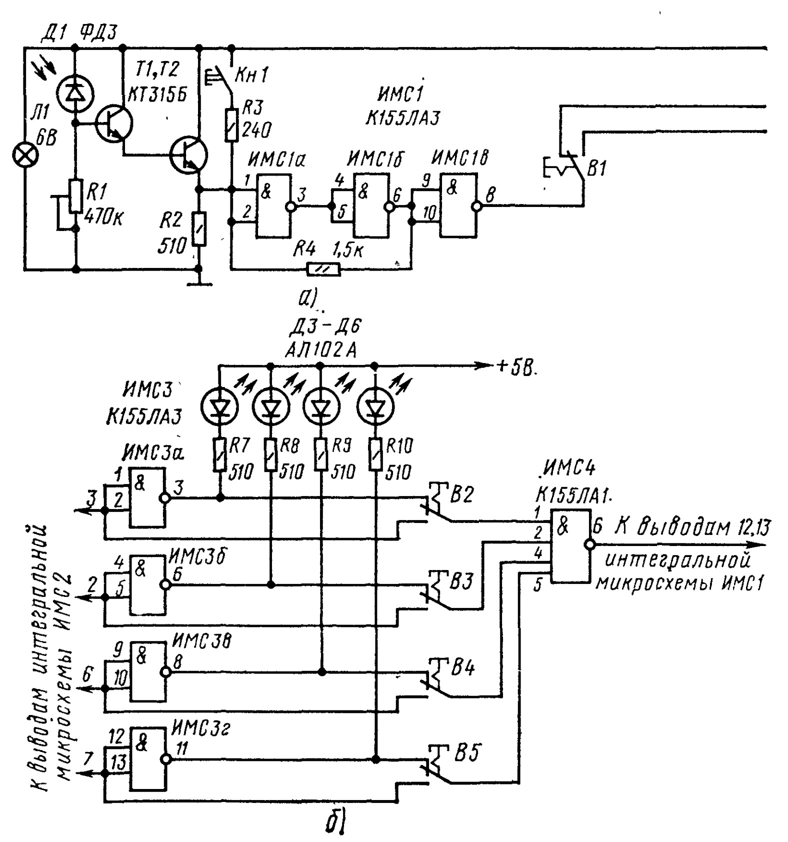


Рис. 24. Принципиальная схема автомата поиска фонограммы *(а)* и узла установки номера фонограммы *(б)*

Кнопка *Кн1* служит для ручной установки (при необходимости) счетчика в нужное состояние. Переменным резистором *R1* устанавливают чувствительность фотодатчика. Светодиод *Д19* индицирует включенное состояние автомата.

Для устройства пригодны кремниевые транзисторы *Т1*, *Т2* малой мощности, например любые из серий КТ315, КТ312 Транзистор *Т3* — кремниевый средней мощности, например из серий КТ603, КТ608. Коэффициент передачи по току используемых транзисторов $h_{21Э} > 40$. Интегральная микросхема *ИМС1* — типа К155ЛА3 и К131ЛА3. Светодиоды — на номинальный ток не более 10 мА Реле *Р1* — на ток срабатывания не более 150 мА, например РЭС-6 (паспорт РФ0.452.109).

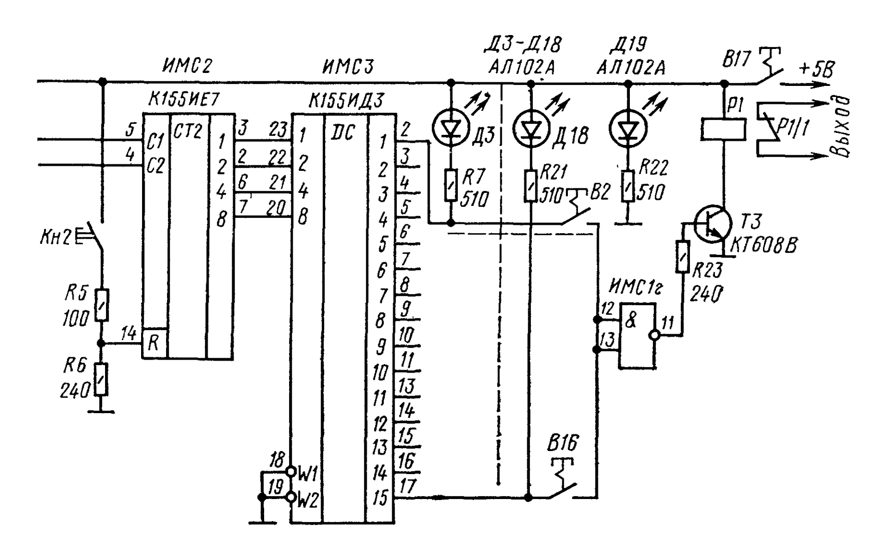
Конструкция фотодатчика и его налаживание приведены в описании фотореле Фотодатчик устанавливают таким образом, чтобы расстояние от магнитной ленты до фотодиода не превышало 3 мм. При этом необходимо, чтобы свет от лампочки, отразившись от светоотражающей полоски, попадал на фотодиод

Автомат можно значительно упростить, если в узле установки искомой

фонограммы использовать двоичное кодирование информации (рис. 24,б). При этом не нужен двоично-десятичный дешифратор. Число переключателей для установки искомой фонограммы и светодиодов для индикации сократится с 15 до 4 штук. Дополнительно потребуется установить две интегральные микросхемы — *ИМС3* и *ИМС4*.

Таблица 2

Искомая фонограмма	Переключатели	Искомая фонограмма	Переключатели
1	*В2*	9	*В2, В5*
2	*В3*	10	*В3, В5*
3	*В2, В3*	11	*В2, В3, В5*
4	*В4*	12	*В4, В5*
5	*В2, В4*	13	*В2, В4, В5*
6	*В3, В4*	14	*В3—В5*
7	*В2—В4*	15	*В2—В5*
8	*В5*		



При совпадении логических 1 на четырех входах интегральной микросхемы *ИМС4* на выходе *6* этой микросхемы устанавливается логический 0. На выходе *11* элемента *ИМС1*г установится логическая 1, транзистор *Т3* откроется, и реле *Р1* сработает. Установку переключателей *В2—В4* для поиска нужного номера фонограммы производят в двоичном коде согласно табл 2. Содержимое счетчика также высвечивается в двоичном коде.

ЭЛЕКТРОННОЕ РЕЛЕ ПАУЗЫ

Электронное реле паузы можно использовать для автоматического выключения магнитофона в конце фонограммы или между фонограммами, а также для автоматической смены кадров в проекционном устройстве. Выдержку времени включения исполнительного реле после окончания фонограммы можно установить в пределах 1—60 с. Вход устройства подключают к линейному выходу магнитофона.

Принципиальная схема электронного реле паузы показана на рис. 25. Оно состоит из однокаскадного усилителя НЧ на транзисторе *T1*, реле времени на транзисторах *T2*, *T3* и несимметричного триггера на транзисторах *T4*, *T5*, нагрузкой которого служит электромагнитное реле *P1*. После включения напряжение источника питания поступает на элементы устройства. В связи с тем что конденсатор *C3* разряжен, транзисторы *T3* и *T4* останутся закрытыми, а *T5* откроется и сработает реле *P1*, контакты *P1/2* которого заблокируют контакты выключателя. При поступлении на вход сигнала, уровень которого регулируют переменным резистором *R1*, транзистор *T2* откроется, препятствуя заряду конденсатора *C3* по цепи *R5R6*. Если конденсатор *C3* до этого был частично заряжен, он быстро разряжается через резистор *R7*, диод *Д2* и открывшийся транзистор. Если на вход сигнала не поступает, транзистор *T2* находится в закрытом состоянии и конденсатор *C3* заряжается через резисторы *R5*, *R6*. Как только напряжение на конденсаторе превысит напряжение стабилизации стабилитрона *Д3*, транзистор *T3* открывается. При достижении на резисторе *R9* напряжения переключения несимметричного триггера транзистор *T4* открывается, а *T5* закрывается и реле *P1* отпускает, разрывая контактами *P1/2* цепь питания устройства. Время переключения несимметричного триггера после окончания фонограммы устанавливают переменным резистором *R6*.

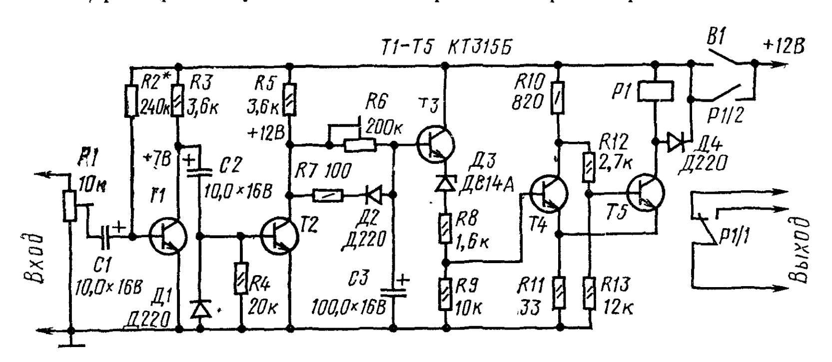


Рис. 25. Принципиальная схема электронного реле паузы

Для устройства пригодны кремниевые маломощные транзисторы с максимально допустимым током коллектора не менее 50 мА и коэффициентом передачи по току не менее 30 Диоды — с допустимым прямым током не менее 40 мА. Реле — на напряжение 12 В и ток срабатывания не более 70 мА, например РЭС-6 (паспорт РФ0 452.105).

Для налаживания устройства необходимо подобрать резистором *R2* указанный на схеме режим по постоянному току транзистора *T1* и установить резистором *R6* нужный интервал времени срабатывания реле после окончания фонограммы.

ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ЕЛОЧНЫХ ГИРЛЯНД

Переключатель елочных гирлянд, схема которого показана на рис. 26, пригоден для гирлянд, рассчитанных на напряжение 220 В и ток потребления не более 2 А Устройство создает различные серии световых импульсов в зависимости от положения движка переменного резистора *R5*.

Коммутирующим элементом гирлянды служит тринистор *Д3*. Управляется тринистор электронным ключом на транзисторе *T3*. Сигналы управления на ключ поступают с движка переменного резистора *R5*, подключенного одним выводом к мультивибратору, другим — к источнику питающего напряжения. Для изменения формы входного сигнала к базе управляющего транзистора подсоединены конденсатор *C4* и резистор *R6* В каждом положении движка переменного резистора образуются разные серии сигналов, управляющих транзистором *T3*.

Для подавления радиопомех, возникающих при работе тринистора, в цепь питания переключателя включен высокочастотный фильтр, состоящий из дросселя *Др1* и конденсатора *С5*. Дроссель содержит 150 витков провода ПЭВ 0,8, намотанного на ферритовый стержень марки 600НН, длина которого 40 мм, диаметр 8 мм Для подключения нескольких гирлянд используют один выпрямитель и фильтр на несколько переключателей. Если суммарная мощность всех гирлянд не превышает 100 Вт, диоды *Д4—Д7* могут быть типа Д226Б или КД105Б. Транзисторы — маломощные кремниевые с коэффициентом передачи по току $h_{21Э} > 30$. Напряжение стабилизации стабилитрона *Д2* должно быть 8—14 В. Диод *Д1* должен допускать прямой ток не менее 20 мА. Конденсатор *С5* — неэлектролитический на номинальное напряжение не менее 400 В, конденсаторы *С1—С4* — электролитические любого типа на номинальное напряжение не менее 15 В.

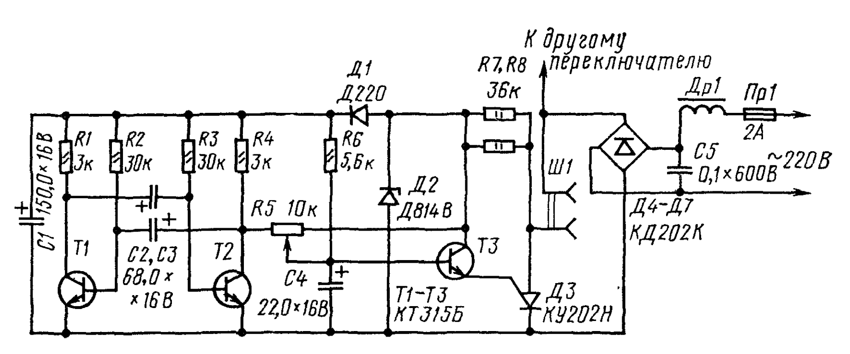


Рис. 26. Принципиальная схема переключателя елочных гирлянд

При правильном монтаже и установке исправных элементов налаживать переключатель не требуется.

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

АВТОМАТЫ ДЛЯ ЗАРЯДКИ АККУМУЛЯТОРОВ

Описываемые устройства предназначены для зарядки батарей аккумуляторов общей емкостью до 100 А·ч. Известно, что зарядка аккумуляторов большим током снижает срок их службы, уменьшает емкость Зарядка же малыми токами вреда не приносит, но занимает много времени Заряжая кислотные аккумуляторы, особое внимание следует уделять своевременности окончания процесса зарядки.

При эксплуатации аккумуляторных батарей часто стараются сообщить им двух-трехкратный заряд путем увеличения длительности зарядки. Это, как показывает практика, увеличивает толщину активного слоя на положительных пластинах и ускоряет их разрушение. Нормальным принято считать сообщение аккумулятору при зарядке 115—120% израсходованного заряда. Признаками окончания процесса зарядки являются газовыделение на обоих электродах, установление постоянного напряжения 2,5 В на одном элементе и постоянной плотности электролита.

Зарядное устройство, схема которого показана на рис. 27, позволяет в широких пределах плавно регулировать зарядный ток, что дает возможность заряжать аккумуляторные батареи самых различных типов Оно работает в двух режимах — ручном и автоматическом. Нужный режим работы устанавливается переключателем *В1*.

В ручном режиме работы узел автоматического отключения обесточен контактами переключателя *В1*. Второй парой контактов этого переключателя сое-

динена цепь питания фазоимпульсного узла управления тринистором, собранного на транзисторах *T1* и *T2*. Плавное регулирование фазы открывания тринистора, а соответственно и зарядного тока осуществляют переменным резистором *R3*.

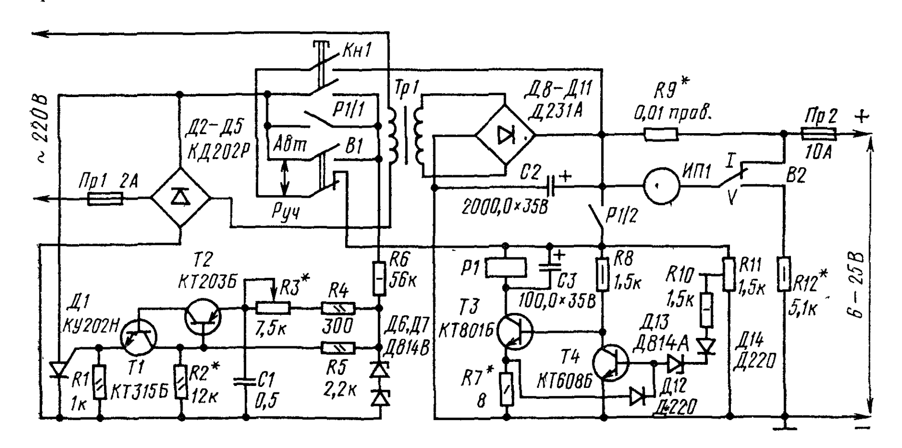


Рис. 27. Принципиальная схема автоматического зарядного устройства для аккумуляторов с плавным регулированием тока

В автоматическом режиме устройство самостоятельно отключается от сети по окончании зарядки батареи аккумуляторов. Узел автоматического отключения собран на транзисторах *Т3*, *Т4*, стабилитроне *Д13* и реле *Р1*. Перед началом зарядки аккумулятора переменным резистором *R11* необходимо установить напряжение, при котором устройство должно отключиться после зарядки аккумулятора. Для этого при отключенном аккумуляторе устройство включают в сеть и в автоматическом режиме работы нажимают на кнопки *Кн1*, предварительно установив движок переменного резистора *R11* в нижнее (по схеме) положение Переключатель *В2* устанавливают в положение измерения напряжения и движком переменного резистора *R3* добиваются напряжения, при котором устройство должно отключаться, т. е. напряжения заряженного аккумулятора. Затем медленно вращают ручку переменного резистора *R11* до положения, при котором устройство отключается. После этого подключают аккумуляторы, включают устройство нажатием на кнопку *Кн1* и устанавливают нужный ток зарядки ручкой резистора *R3*.

Для предотвращения перегрева реле при повышенном вторичном напряжении в узле автоматического отключения установлены резистор *R7* и диод *Д12*, которые стабилизируют коллекторный ток транзистора *Т3*, поддерживая постоянное напряжение на реле. Стабилизация тока происходит, если падение напряжения на резисторе *R7* превышает 1,2 В. При этом открывается диод *Д12* и транзистор *Т4* приоткрывается, а *Т3* подзакрывается, поддерживая заданное напряжение на реле. Если падение напряжения на резисторе *R7* меньше 1,2 В, диод *Д12* и транзистор *Т4* закрыты, а транзистор *Т3* полностью открыт. В этом случае вторичное напряжение полностью прикладывается к реле.

Для зарядного устройства можно использовать промышленный накальный трансформатор, например ТН-61 127/220-50, соединив четыре вторичные обмотки последовательно, или изготовить его из трансформатора питания телевизора мощностью 180—220 Вт Для переделки трансформатора необходимо смотать все обмотки, оставив только сетевую, и намотать вторичную обмотку проводом ПЭВ-2 сечением 2,5 мм². Вторичная обмотка должна содержать 10% витков от количества витков сетевой обмотки.

Транзисторы *Т1*, *Т2*, *Т4* — кремниевые маломощные, например серий КТ315, КТ603, КТ608. Диоды *Д2—Д5* должны иметь допустимое обратное напряже-

ние не менее 400 В и прямой ток 1 А; *Д8—Д11* — прямой ток не менее 10 А; *Д12, Д14* — кремниевые маломощные любого типа. Реле — слаботочное на напряжение 12 В, например РЭС-9 (паспорт РС4.524.202). При использовании реле, ток срабатывания которого превышает 50 мА, транзистор *Т3* необходимо установить на радиатор. Измерительный прибор ИП1 рассчитан на ток полного отклонения стрелки не более 3 мА. Шкала тока проградуирована на 10 А, шкала напряжения — на 30 В.

Налаживание устройства начинают с фазоимпульсного узла управления тринистором. Для плавной регулировки зарядного тока подбирают режим транзистора *Т2* резистором *R2*. Диапазон регулирования зарядного тока устанавливают подбором сопротивления резистора *R3*. В узле автоматического отключения необходимо подобрать резистор *R7* таким образом, чтобы при повышении вторичного напряжения ток через реле не превышал номинального.

Схема автоматического зарядного устройства для аккумуляторов с бесконтактным отключением узла управления тринистором, технические данные которого аналогичны ранее описанному устройству, приведена на рис. 28. Плавное регулирование зарядного тока производят изменением фазы открывания тринистора *Д1* с помощью переменного резистора *R5*. При достижении напряжения на аккумуляторе, установленного переменным резистором *R14*, загорается лампа *Л2*, которая освещает фоторезистор *R8*. Электронный ключ на транзисторах *Т3* и *Т4* открывается, закрывая тринистор *Д1*. Стабилитрон *Д12* и резистор *R10* предохраняют лампу *Л2* от перегорания.

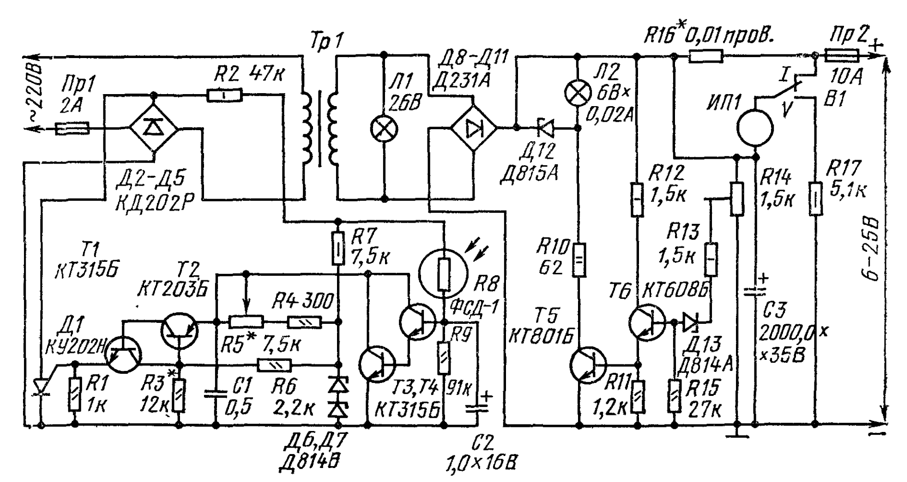


Рис. 28. Принципиальная схема автоматического зарядного устройства для аккумуляторов с бесконтактным отключением узла управления тринистором

Для устройства пригодны кремниевые транзисторы с коэффициентом передачи по току $h_{21Э} > 30$. Лампа *Л2* — на номинальное напряжение 6 В и ток до 50 мА. Фоторезистор — из серии ФС-Д или ФС-К. Лампу *Л2* и фоторезистор устанавливают в изоляционной трубке, внутренний диаметр которой равен диаметру фоторезистора. С одной стороны трубки закрепляют фоторезистор, с другой — лампу; расстояние между фоторезистором и лампой 5—10 мм. Выводы надежно изолируют, торцы трубки защищают от света непрозрачными уплотнителями. Остальные элементы устройства выбирают так же, как для предыдущего зарядного устройства.

Налаживание автомата начинают с фазоимпульсного узла управления тринистором. Для этого подвижный контакт переменного резистора *R14* устанавливают в нижнее (по схеме) положение и подбирают сопротивление резистора *R3* таким образом, чтобы при вращении ручки переменного резистора *R5* из одного крайнего положения в другое напряжение на выходе устройства плавно

изменялось от 6 до 25 В. Диапазон регулирования напряжения подбирают сопротивлением резистора *R5*. Затем, установив по вольтметру напряжение, при котором устройство должно уменьшать ток при зарядке аккумулятора, медленно перемещают движок переменного резистора *R14* вверх (по схеме) до положения, при котором повышения напряжения на выходе устройства не происходит при перемещении вправо (по схеме) подвижного контакта резистора *R5*.

УСТРОЙСТВО АВТОМАТИЧЕСКОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ АККУМУЛЯТОРА

При эксплуатации аккумуляторов, используемых для питания радиоаппаратуры и измерительной техники, необходимо следить за понижением на них напряжения и вовремя отключать нагрузку. Разряд кислотного аккумулятора до нулевого напряжения выводит его из строя из-за необратимой сульфатации пластин. Для автоматического отключения нагрузки при понижении напряжения на аккумуляторе ниже установленного значения может служить устройство, схема которого показана на рис. 29.

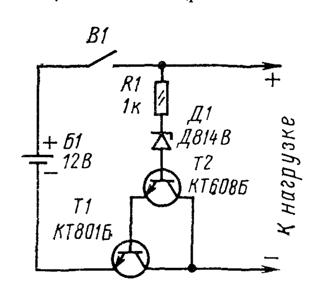


Рис. 29. Принципиальная схема устройства автоматического отключения аккумулятора

Устройство собрано на двух транзисторах *Т1*, *Т2*, стабилитроне *Д1* и резисторе *R1*. Если напряжение на аккумуляторе больше напряжения стабилизации стабилитрона, транзисторы *Т1*, *Т2* открыты и напряжение аккумулятора полностью прикладывается к нагрузке, при понижении напряжения на аккумуляторе до напряжения стабилизации стабилитрона транзисторы *Т1*, *Т2* закрываются и ток через нагрузку уменьшается почти до нуля.

В устройстве можно использовать кремниевые транзисторы с коэффициентом передачи по току $h_{21Э} > 50$.

Допустимый коллекторный ток транзистора *Т1* должен превышать ток нагрузки, коллекторный ток транзистора *Т2* — базовый ток транзистора *Т1*. Напряжение, при котором отключается ток нагрузки, соответствует напряжению стабилизации стабилитрона с учетом падения напряжения на переходах база — эмиттер транзисторов *Т1* и *Т2*. Для устройства можно использовать стабилитроны серии Д814. Применение стабилитронов серии КС недопустимо, так как они пропускают значительный ток при напряжении, меньшем напряжения стабилизации. Если необходимо отключать нагрузку при напряжении до 7 В, желательно вместо низковольтных стабилитронов серии КС использовать набор последовательно соединенных кремниевых слаботочных диодов, например КД102, Д220, у которых прямое падение напряжения — около 0,75 В.

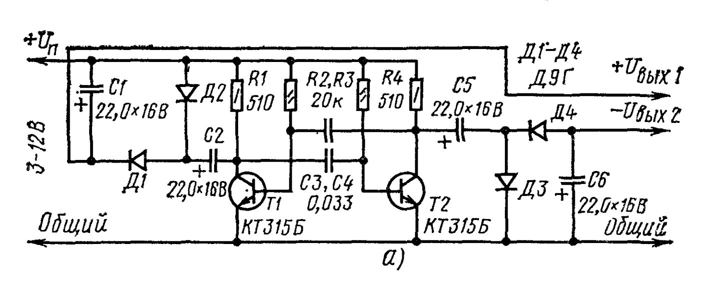
Если во время отключения тока нагрузки на транзисторе *Т1* выделяется значительная мощность, его необходимо установить на радиатор. Максимальную мощность рассеивания на транзисторе *Т1* при отключении нагрузки рассчитывают как произведение четверти номинального тока нагрузки на напряжение, при котором происходит отключение.

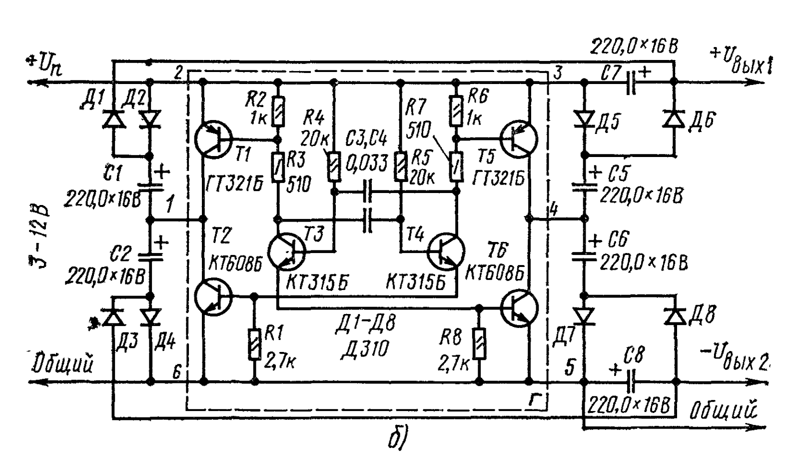
БЕСТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЯ

С помощью бестрансформаторных преобразователей можно получить разнополярные напряжения и повысить в несколько раз напряжение источника питания. В связи с тем что в бестрансформаторных преобразователях напряжение повышается за счет суммирования напряжения на конденсаторах, их целесообразно использовать при токах нагрузки, не превышающих 0,5 А.

На рис. 30,*а* приведена схема слаботочного однополупериодного бестрансформаторного преобразователя напряжения на ток нагрузки до 10 мА, с которого можно снимать удвоенное или утроенное напряжение источника питания. Утроенное напряжение снимают с выходов $+U_{вых}1$ и $-U_{вых}2$, удвоенное

напряжение — с выходов $+U_{вых}1$ и *Общий* или с $+U_п$ и $-U_{вых}2$. В последнем случае выход *Общий* будет средней точкой выходного напряжения. Преобразователь питается от источника постоянного тока напряжением 3—12 В.





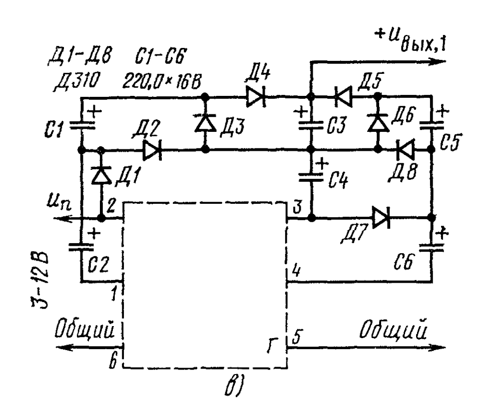


Рис. 30. Принципиальная схема однополупериодного (*а*), двухполупериодного с транзисторными ключами (*б*) и конденсаторными умножителями (*в*) бестрансформаторных преобразователей напряжения

Задающий генератор собран по схеме мультивибратора на транзисторах *T1* и *T2*. При открытом транзисторе *T1* конденсатор *C2* заряжается через диод *Д2* и открытый транзистор до напряжения источника питания. Когда транзистор *T1* закрывается, отрицательный вывод этого конденсатора подключается через резистор *R1* к плюсу источника питания. Накопленный заряд на конденсаторе *C2* через диод *Д1* заряжает конденсатор *C1*, отрицательный вывод которого соединен с плюсом источника питания. Таким образом, на выходе

$+U_{вых}1$ будет удвоенное напряжение источника питания по отношению к общему проводу.

При закрытом транзисторе *Т2* заряжается конденсатор *С5* через резистор *R4* и диод *Д3* до напряжения источника питания. При открывании транзистора *Т2* положительный вывод этого конденсатора подключается к минусу источника питания. На отрицательном выводе конденсатора *С5* образуется отрицательное напряжение по отношению к общей точке преобразователя. От этого напряжения через диод *Д4* заряжается конденсатор *С6*. Таким образом, на выходе $-U_{вых}2$ будет отрицательное напряжение по отношению к общему проводу, значение которого равно напряжению источника питания.

Для получения двухполупериодного преобразования, нагрузочная способность по току при котором удваивается, необходимо к транзистору *Т1* дополнительно подключить узел преобразования, аналогичный подключенному к транзистору *Т2* (*С5*, *С6*, *Д3*, *Д4*), а к транзистору *Т2* — узел преобразования, подключенный к транзистору *Т1* (*С1*, *С2*, *Д1*, *Д2*), и выходы этих узлов соответственно соединить. Сглаживающие конденсаторы *С1* и *С6* в этом случае могут быть общими на два полупериода.

На рис. 30,*б* приведена схема двухполупериодного бестрансформаторного преобразователя напряжения с транзисторными ключами, рассчитанного на ток нагрузки до 0,5 А. С выходов преобразователя можно снимать удвоенное или утроенное напряжение источника питания. Напряжения на выходах этого преобразователя соответствуют напряжениям на выходах предыдущего преобразователя.

Задающий генератор *Г* собран по схеме мультивибратора на транзисторах *Т3* и *Т4*. Транзисторы *Т1*, *Т2* и *Т5*, *Т6* установлены для усиления тока транзисторов мультивибратора и работают в ключевом режиме. В один полупериод мультивибратора открыты транзисторы *Т1*, *Т3*, *Т6*. В это время конденсаторы *С2* и *С5* заряжаются, а *С1* и *С6* разряжаются. В другой полупериод эти транзисторы закрываются, а транзисторы *Т2*, *Т4*, *Т5* открываются, конденсаторы *С1* и *С6* заряжаются, а *С2* и *С5* разряжаются. Заряжаются конденсаторы через диоды *Д2*, *Д4*, *Д5*, *Д7*, разряжаются — через *Д1*, *Д3*, *Д6*, *Д8*.

Можно собрать преобразователь с конденсаторным умножителем напряжения по схеме рис. 30,*в*. С выхода $+U_{вых}1$ снимают почти тройное напряжение источника питания при токе нагрузки около 200 мА. При увеличении ступеней умножения напряжения допустимый ток нагрузки преобразователя уменьшается.

Коэффициент полезного действия преобразователей с транзисторными ключами — около 80%. Непроизводительные потери в преобразователе происходят в основном в момент переключения транзисторных ключей. Для повышения КПД преобразователей следует использовать в них высокочастотные транзисторы и диоды. Транзисторы должны работать в режиме неглубокого насыщения. Коэффициент передачи по току транзисторов в приведенных преобразователях должен быть около 50. Диоды при небольшом напряжении питания желательно использовать германиевые, поскольку они имеют меньшее прямое падение напряжения на них по сравнению с кремниевыми.

При налаживании преобразователей необходимо временно отключить обратную положительную связь в мультивибраторе, отсоединив один из конденсаторов *С3* или *С4*, и подбором сопротивлений резисторов смещения добиться, чтобы оба транзистора мультивибратора были полностью открыты.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СОВЕТЫ

При изготовлении устройства в бытовых условиях необходимо выполнить много технологических операций, знание которых значительно сокращает время изготовления, повышает надежность работы и улучшает его внешний вид. Изготовление конструкции можно разделить на следующие технологические этапы: разработка принципиальной схемы, макетирование, изготовление печатной платы, установка деталей на плату, налаживание, изготовление корпуса.

При разработке принципиальной схемы необходимо ознакомиться с имеющимися подобными устройствами или узлами и при возможности использовать

их. Это значительно сократит время макетирования и налаживания устройства.

После разработки принципиальной схемы целесообразно провести макетирование. Его начинают с составления перечня необходимых деталей. Для ускорения процесса поиска малогабаритные детали (резисторы, конденсаторы и т. п.) удобно хранить на ленте из плотной бумаги, в которой проколоты отверстия для для выводов деталей. После того, как выводы вставят в отверстие, их разгибают. Детали располагают на ленте в последовательности номиналов.

При подготовке деталей производят намотку трансформаторов и дросселей. Количество витков сетевой обмотки трансформатора удобно определить по приближенной формуле. Для этого необходимо промышленную частоту, выраженную в герцах, умножить на сетевое напряжение, выраженное в вольтах, и полученное произведение разделить на сечение магнитопровода, проходящего через катушку, выраженное в квадратных сантиметрах. Количество витков вторичных обмоток рассчитывают по коэффициенту трансформации. Сечение проводов выбирают из условия плотности тока 2 А/мм^2.

Намотку обмоток трансформатора при отсутствии намоточного станка удобно производить ручной дрелью. Для этого по размерам отверстия катушки делают деревянную вставку и просверливают в ней отверстие для болта. Затем в отверстие катушки вставляют вставку, а по обеим сторонам катушки прикладывают металлические накладки с отверстиями. После этого в отверстия накладок и вставки вставляют болт и стягивают гайкой. Свободный конец болта зажимают в патроне дрели и производят намотку обмоток. Для удобства счета число витков обмоток предварительно пересчитывают в число оборотов ручки дрели.

Намотку обмоток тороидального трансформатора или дросселя удобно производить шпулькой. Ее делают из стальной проволоки, загибая концы по форме буквы Ч. Шпулька должна свободно входить в отверстие сердечника с учетом расположения обмоток. Для ускорения намотки обмоток на ферритовом тороидальном сердечнике его можно разделить на два полукольца. Для этого с двух сторон кольца на месте желаемого перелома делают наждачным кругом небольшие выточки. Затем кладут кольцо на твердую поверхность, с одной стороны подкладывают металлическую пластинку толщиной 1—2 мм и нажимают на кольцо твердым предметом до момента его перелома. После намотки обмоток полукольца склеивают клеем БФ2. Если необходимо иметь малое магнитное сопротивление в зазоре, необходимо клей смешивать с порошком феррита, который можно получить при трении феррита о наждачный брусок.

После компоновки деталей начинают их установку на макетную плату. Макетирование удобно проводить на специальной монтажной плате. Ее можно изготовить из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 2—2,5 мм. Для этого вырезают заготовку шириной 70—80 мм и длиной 250—300 мм. Фольгированный слой лудят. Затем специальным резцом, сделанным из сверла или другого режущего инструмента, наносят вдоль длины платы полоски фольгированного проводника. Ширина этих полосок 6—7 мм, расстояние между ними 2 мм. Далее из полосок делают квадратики, оставив по одной крайней полоске целыми. Целые полоски используют как шину питания и общий провод. На фольгированные квадратики при макетировании припаивают выводы используемых элементов и соединяют их проводниками согласно принципиальной схеме. Если пайку производить неперегретым паяльником, то плата может служить длительное время.

Монтаж интегральных микросхем удобно производить паяльником малых размеров. При отсутствии такого паяльника необходимо выточить насадку диаметром 3 мм на наконечник обычного паяльника или проточить конец наконечника до такого же диаметра. Нагревательный элемент необходимо заменить элементом с рабочим напряжением не более 36 В. Поскольку в процессе эксплуатации изменяется сопротивление нагревательного элемента паяльника, то его желательно подключить через регулятор тока. Температура паяльника должна быть такой, чтобы легко расплавлялся припой на конце наконечника, но применяемый флюс испарялся не быстро.

При пайке можно пользоваться любым флюсом, проводимость которого мала, например, спиртоканифольным или даже чистой канифолью. Не допускается паять детали радиоаппаратуры кислотным флюсом, так как при этом обра-

зуется проводящий слой между проводниками, что нарушает нормальную работу устройства. Кроме того, без хорошей промывки места пайки кислотным флюсом (промывка радиоаппаратуры не всегда допустима) на этом месте со временем образуются окислы металлов, которые нарушают режимы работы элементов.

При пайке тонких обмоточных проводов необходимо удалять с их концов слой эмали. Делать это механическим путем недопустимо, так как происходит частый обрыв провода или некачественная зачистка. Удалить слой эмали можно с помощью разогретого полихлорвинила или аспирина. Для этого конец провода кладут на кусочек полихлорвинила или таблетку аспирина и горячим наконечником паяльника с расплавленным припоем несколько раз проводят по проводу, вращая его при этом.

В связи с тем, что в бытовых условиях нет возможности пользоваться антистатическими браслетами, необходимо при работе с интегральными микросхемами и полевыми транзисторами одевать хлопчатобумажную одежду и обувь на кожаной подошве. Это уменьшит вероятность выхода из строя указанных элементов от статического электричества.

После проверки работоспособности устройства на печатной плате и установки желаемых режимов работы элементов приступают к изготовлению печатной платы. Ее размер определяется количеством и размерами устанавливаемых на ней деталей, плотностью монтажа, возможностью прокладки печатных проводников и другими условиями. Рисунок печатной платы с устанавливаемыми на ней деталями надо сначала сделать на миллиметровке. При расположении деталей необходимо учитывать следующее. Провода питания следует подводить к выходным каскадам, развязывающие фильтры располагать возле входных каскадов. В усилителях во избежание положительной обратной связи, приводящей к самовозбуждению, не допускается входные каскады располагать рядом с выходными Детали, которые при работе выделяют большое количество тепла, устанавливают таким образом, чтобы они не нагревали другие. Расположение деталей на печатной плате должно позволять свободно проводить монтаж любой детали.

Рисунок печатной платы, выполненный на миллиметровке, вырезают. Затем согласно размерам этого рисунка вырезают заготовку печатной платы из фольгированного стеклотекстолита. Для средних и больших плат толщина стеклотекстолита должна быть 2—2,5 мм, для небольших плат — 1—1,5 мм. Фольгированный гетинакс для этих целей использовать не рекомендуется, так как нагретый печатный проводник в процессе пайки деталей легко от него отслаивается. Заготовку из стеклотекстолита удобно вырезать ножницами, используемыми для резки металла. После обезжиривания спиртом или другим растворителем фольгированного слоя заготовки на нее переносят рисунок проводников печатной платы. Это можно делать разными способами: копированием через копировальную бумагу, графическим способом с предварительной разметкой точек установки деталей, фотоспособом, контактным способом и т. д. При перенесении рисунка копированием печатные проводники на фольгированном слое получаются нечеткими. Для достижения более четкого рисунка необходимо заготовку опустить на 1—2 мин в раствор хлорного железа, а затем промыть и высушить. При графическом способе рисунок накладывают на заготовку и в местах установки деталей на фольгированном слое делают метки с помощью острого предмета, например, шила. Затем рисунок на миллиметровке снимают и чертят печатные проводники на фольгированном слое. Этот способ трудоемкий, но позволяет сделать четкий рисунок печатной платы.

Рисунок печатных проводников на заготовку можно перенести и фотоспособом. Для этого необходимо снять окись из фольгированного слоя, опустив заготовку на 1—2 мин в раствор хлорного железа. Рисунок необходимо сделать тушью на кальке. Затем накладывают его на заготовку, прижимают стеклом и освещают около получаса лампой мощностью 200—300 Вт с расстояния 10—20 см. Фольгированный освещенный слой окисляется и темнеет, затемненный тушью — остается светлым. Изображение печатных проводников во избежание его окисления необходимо в течение суток покрыть водонерастворимым составом. Для перенесения рисунка печатных проводников контактным способом необходимо раствором хлорного железа на обычной бумаге нарисовать стеклянным рейсфедером или тонкой пластмассовой трубочкой зеркальное изображение

печатных проводников. Рисунок высушивают, увлажняют, накладывают на фольгированный слой заготовки и прижимают стеклом на 10—15 мин.

После нанесения рисунка на заготовку ненужный фольгированный слой между проводниками необходимо удалить. На несложных платах это проще делать механическим путем, прорезая фольгированный слой между печатными проводниками специальным резцом, можно и острым концом ножа. Нож следует держать под острым углом к печатному проводнику. Ненужный слой фольги удаляют, зацепив его за выступающий край плоскогубцами.

Печатную плату с большим количеством проводников проще изготовить химическим способом. Для этого перенесенный на фольгированный слой рисунок проводников покрывают водонерастворимым составом — нитрокраской, цапонлаком, клеем и т. п. Наносить защитный состав на фольгированный слой можно с помощью рейсфедера, ученической ручки, укороченной толстой медицинской иглы, тонкой виниловой трубочки, надетой на стержень карандаша или ручки и т. п. После высыхания защитного состава заготовку погружают в травильный раствор. Для ускорения процесса травления заготовка должна находиться в верхней части раствора фольгированным слоем вниз. При этом надо следить, чтобы под заготовкой не было воздушных пузырей. Температура раствора должна быть 20—30°C. При повышенной температуре травления фольгированного слоя происходит быстрее, но начинает отслаиваться защитный состав, и качество платы снижается.

Для травления лучше всего применять водный раствор хлорного железа, но при его отсутствии можно использовать и другие растворы, например раствор перекиси водорода, соляной (можно серной) кислоты и воды. При 30%-ной перекиси водорода травильный раствор составляют в следующей пропорции: одну часть перекиси водорода разбавляют в одной части соляной кислоты и добавляют две части воды. Составлять такой раствор и работать с ним рекомендуется на открытом воздухе, поскольку его пары токсичны.

После травления платы ее промывают в проточной воде. Затем смывают растворителем защитный слой из печатных проводников. Цапон — лак хорошо смывается струей горячей воды. Перед лужением печатных проводников с них снимают окись. В бытовых условиях лужение платы проще произвести паяльником с хорошо заточенным и залуженным наконечником. При лужении нельзя перегревать печатные проводники.

После изготовления печатной платы производят монтаж деталей. Устанавливать детали удобно со стороны печатных проводников. При этом нет необходимости сверлить в плате отверстия. Для повышения надежности пайки концы деталей Г-образно изгибают и припаивают к установленым площадкам. Детали, имеющие массу более 5 г, закрепляют к плате с помощью дополнительного крепежа.

Для устройства желательно использовать имеющийся корпус. Если такого нет, его можно сделать самому. Корпус можно изготовить из листовой стали, пластмассы, органического стекла, фольгированного стеклотекстолита. При изготовлении металлического корпуса применяют сварку, пайку или заклепочные соединения. Корпус желательно покрасить в светлый тон. Его также можно обклеить декоративной пленкой или бумагой. Если к устройству подводится напряжение сети, то металлический корпус не рекомендуется. В этом случае лучше сделать пластмассовый. Его можно склеить или отштамповать. Для склеивания используют клей на дихлорэтане, эпоксидный компаунд и т. п. При изготовлении пластмассового корпуса удобно вырезать из заготовки его развертку, на углах сгиба граней прорезать канавки с поперечным сечением прямоугольного треугольника. Глубина канавок должна быть не менее половины толщины заготовки. Место сгибов прогревают над тепловым прибором (при этом закрывают остальную часть корпуса), затем изгибают, и углы склеивают. Корпус можно отштамповать из термопластичной пластмассы или органического стекла. Для этого необходимо предварительно изготовить пуансон и матрицу. Пуансон легко сделать из бруска дерева, матрицу — из гипса или алебастра. Размеры матрицы должны быть выбраны с учетом толщины пластмассы. Перед штамповкой пластмассу подогревают до пластичного состояния, а затем кладут на матрицу и прижимают пуансоном.

Окрасить корпус из органического стекла можно жидким дихлорэтановым

клеем с добавкой пасты для шариковой ручки. Быстро изготовить корпус можно из фольгированного стеклотекстолита. Для этого нужно вырезать стенки корпуса с расположением фольгированного слоя во внутрь, а затем спаять их паяльником. Такой корпус можно обклеить декоративной пленкой или бумагой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бурлянд В. А., Грибанов Ю. И. Радиолюбительские конструкции (указатель описаний). — М.: Энергия, 1977. — 216 с.

Васильев В. А. Зарубежные радиолюбительские конструкции. — М.: Энергия, 1977.—117 с.

Гендин Г. С. Советы по конструированию радиолюбительской аппаратуры. — М.: Энергия, 1967. — 208 с.

Дудич И. И. Самодельные радиоэлектронные устройства. — Ужгород: Карпаты, 1973. — 272 с.

Конструкции советских и чехословацких радиолюбителей: Сб. статей. — Кн. 1. — М.: Энергия, 1978. — 383 с.

Лучшие конструкции 27-й выставки творчества радиолюбителей. Сборник. — М.: ДОСААФ, 1977. — 287 с.

Путятин Н. М. Радиоконструирование: Методическое пособие для руководителей радиокружков. — М.: ДОСААФ, 1975. — 222 с.

«Радио» — радиолюбителям: Сборник описаний избранных конструкций, опубликованных в журнале «Радио» за 1968—1970 гг. — М.: Энергия, 1974. — 352 с.

Смирнов А. Д. Радиолюбители — промышленности. — М.: Энергия, 1973. — 144 с.

СОДЕРЖАНИЕ